

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-340479

(43)Date of publication of application : 22.12.1998

(51)Int.Cl. G11B 7/24  
G11B 7/24  
G02B 1/08  
G02B 5/30  
G03H 1/02  
G03H 1/22  
G11B 7/00  
G11B 7/135

(21)Application number : 10-032834

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 16.02.1998

(72)Inventor : KONO KATSUNORI  
NISHIKATA YASUNARI  
ISHII TSUTOMU

(30)Priority

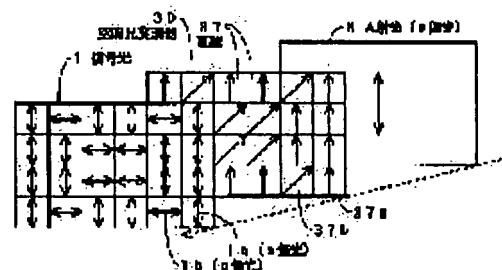
Priority number : 09 94194 Priority date : 11.04.1997 Priority country : JP

(54) OPTICAL RECORDING MEDIUM, OPTICAL RECORDING METHOD, OPTICAL RECORDER, OPTICAL READING METHOD, OPTICAL READER, OPTICAL RETRIEVING METHOD, OUTPUT RETRIEVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to record data at a high density and high speed and to rewrite the data at a high speed without requiring an erasing process at the time of rewriting the data and to provide an optical recording medium suitable for such recording.

SOLUTION: This optical recording medium is constituted by forming a polarization sensitive layer which exhibits photoinduced double refractiveness like a polyester having a cyanobenzene at its side chain on at least one surface side. A spatial optical modulator 30 is capable of modulating polarization. The modulator modulates the polarization of the incident light on respective pixels by applying the information of the corresponding bit of two-dimensional data



as presence or absence of its voltage impression to the respective pixels. The signal light having the spatial polarization distribution corresponding to the two-dimensional data is obtd. as the signal light 1 past the spatial optical modulator 30. This signal light 1 is cast to the optical recording medium described above and simultaneously the regions of the optical recording medium to be irradiated with the signal light 1 are irradiated with reference light. As a result, the polarization distribution of the signal light 1 corresponding to the two-dimensional data is recorded as holograms on the optical recording medium.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	21.11.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	02.03.2005
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2005-005677
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	01.04.2005
[Date of extinction of right]	

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical recording medium which has the polarization induction layer which consists of a light transmission nature ingredient formed in the shape of a sheet as a whole, and shows optical induced birefringence nature at least to a whole surface side.

[Claim 2] The optical recording medium which is the macromolecule or polymer liquid crystal which has the radical which said polarization induction layer photoisomerizes to a side chain in the optical recording medium of claim 1.

[Claim 3] The optical recording medium which is the macromolecule which distributed the molecule which said polarization induction layer photoisomerizes in the optical recording medium of claim 1.

[Claim 4] The optical recording medium which is that in which said radical or molecule to photoisomerize contains an azobenzene frame in the optical recording medium of claims 2 or 3.

[Claim 5] The optical recording medium which are at least one sort of monomer polymers with which said macromolecule or polymer liquid crystal was chosen from the polyester group in one optical recording medium of claims 2-4.

[Claim 6] The optical recording medium whose optical recording medium concerned is a disk configuration in one optical recording medium of claims 1-5.

[Claim 7] The optical recording approach which records polarization distribution of said signal light as a hologram into the optical recording medium by obtaining the signal light which holds data information according to space polarization distribution, and irradiating the signal light and reference beam simultaneously at an optical recording medium with the space optical modulator in which polarization modulation is possible.

[Claim 8] The optical-recording approach which records polarization distribution of a new signal light as a hologram into the optical recording medium at the same time it eliminates polarization distribution of a front signal light from the optical recording medium by obtaining a new signal light which holds data information according to space polarization distribution with the space optical modulator in which polarization modulation is possible, and irradiating simultaneously the new signal light and new reference beam at the optical recording medium with which polarization distribution of a front signal light is recorded as a hologram.

[Claim 9] The optical recording approach of rotating the polarization angle of said signal light in the optical recording approach of claims 7 or 8 according to said data information.

[Claim 10] The optical recording approach which records the hologram which is made to carry out multiplex to said hologram, changes the polarization direction of said signal light or a reference beam in the optical recording approach of claims 7 or 8, and holds data information according to optical intensity distribution or phase distribution on the same field of said optical recording medium.

[Claim 11] The optical recording approach which makes mutually the polarization direction of said signal light and a reference beam two kinds, an parallel direction and the direction which intersects perpendicularly mutually, in the optical recording approach of claim 10.

[Claim 12] The optical recording approach of said optical recording medium being a disk configuration, and moving the optical recording head containing said space optical modulator in the direction of a path of said optical recording medium in one optical recording approach of claims 7-11 while rotating said optical recording medium.

[Claim 13] Optical recording equipment equipped with the light source which emits coherent light, the space optical modulator which obtains the signal light which carries out polarization modulation of the light from said light source according to data information, and holds data information according to space polarization distribution, the image formation optical system which irradiates said signal light at an optical recording medium, and the reference beam optical system which obtains the reference beam which irradiates said optical recording medium from the light from said light source.

[Claim 14] It is optical recording equipment which said space optical modulator makes rotate the polarization angle of said signal light in the optical recording equipment of claim 13 according to said data information.

[Claim 15] Optical recording equipment which is the electro-optics converter material into which said space optical modulator was inserted with the transparent electrode in the optical recording equipment of claims 13 or 14.

[Claim 16] Optical recording equipment said whose electro-optics converter material is liquid crystal in the optical recording equipment of claim 15.

[Claim 17] Optical recording equipment with which said optical recording medium is a disk configuration, and the optical recording equipment concerned is equipped with the medium drive made to rotate said optical recording medium and the head migration device in which an optical recording head including said light source, a space optical modulator, image formation optical system, and reference beam optical system is moved in the direction of a path of said optical recording medium, in one optical recording equipment of claims 13-16.

[Claim 18] Optical recording equipment with which the optical recording equipment concerned contained said optical recording medium in one optical recording equipment of claims 13-17.

[Claim 19] The optical recording medium with which the signal light which holds data information according to space polarization distribution is recorded by the reference beam as a hologram.

[Claim 20] The optical recording medium with which the hologram which multiplex is carried out to said hologram, and the polarization direction of said signal light or a reference beam is changed in the optical recording medium of claim 19, and holds data information according to optical intensity distribution or phase distribution is recorded on the same field of the optical recording medium concerned.

[Claim 21] The optical recording medium whose optical recording medium concerned is a disk configuration in the optical recording medium of claims 19 or 20.

[Claim 22] The optical reading approach that the signal light which holds data information according to space polarization distribution irradiates read-out light at the optical recording medium currently recorded by the reference beam as a hologram, and reads said data information according to polarization distribution of the diffracted light from said hologram.

[Claim 23] The optical reading approach which makes the polarization direction of the aforementioned read-out light the same as that of the polarization direction of said reference beam in the optical reading approach of claim 22.

[Claim 24] The optical reading approach of carrying out incidence of the aforementioned read-out light to said optical recording medium in the optical reading approach of claim 23 from the direction of incidence of said reference beam, and the direction which counters.

[Claim 25] The optical reading approach of obtaining the diffracted light whose polarization direction corresponded with the polarization direction of said signal light in one optical reading approach of claims 22-24 by amending the polarization direction of said diffracted light with a polarizer or a wavelength plate.

[Claim 26] The optical reading approach which divides said diffracted light into two polarization components which intersect perpendicularly mutually in one optical reading approach of claims 22-25, carries out the comparison operation of both optical reinforcement, and considers the result as a reading output.

[Claim 27] The optical reading approach that the signal light which holds data information according to the rotated polarization angle irradiates read-out light at the optical recording medium currently recorded by the reference beam as a hologram, divides the diffracted light from said hologram into two polarization components which intersect perpendicularly mutually, carries out the comparison operation of both optical reinforcement, and reads said data information by the result.

[Claim 28] While being recorded by the reference beam as a hologram, the signal light which holds data information according to space polarization distribution Multiplex is carried out to this hologram and the polarization direction of said signal light or a reference beam is changed. When the hologram which holds data information according to optical intensity distribution or phase distribution irradiates the read-out light of the linearly polarized light and takes out the polarization component of a request of the diffracted light from said same field to the optical recording medium currently recorded on the same field The optical reading approach which separates and reads a desired hologram from said two or more holograms.

[Claim 29] While being recorded by the reference beam as a hologram, the signal light which holds data information according to space polarization distribution The polarization direction of said signal light and a reference beam is mutually made into two kinds, an parallel direction and the direction which intersects perpendicularly mutually. The hologram which multiplex is carried out to said hologram and holds data information according to optical intensity distribution or phase distribution The optical reading approach which separates and reads a desired hologram from said two or more holograms to the optical recording medium currently recorded on the same field when the polarization direction irradiates the read-out light which was in agreement with the polarization direction of said reference beam and takes out the same polarization component as said signal light of the diffracted light from said same field.

[Claim 30] The optical reading approach of said optical recording medium being a disk configuration, and moving an optical read head including the optical system of the aforementioned read-out light in the direction of a path of said optical recording medium in one optical reading approach of claims 22-29 while rotating said optical recording medium.

[Claim 31] The optical reader with which the signal light which holds data information according to space polarization distribution equips the optical recording medium currently recorded by the reference beam as a hologram with the read-out light optical system which irradiates read-out light, and the polarization beam splitter and photodetector which detect polarization distribution of the diffracted light from said hologram.

[Claim 32] It is the optical reader with which the aforementioned read-out light optical system makes the polarization direction of the aforementioned read-out light the same as that of the polarization direction of said reference beam in the optical reader of claim 31.

[Claim 33] It is the optical reader which carries out incidence to said optical recording medium from the direction where the aforementioned read-out light optical system counters the aforementioned read-out light with the direction of incidence of said reference beam in the optical reader of claim 32.

[Claim 34] It is the optical reader with which said polarization beam splitter divides said diffracted light into two polarization components which intersect perpendicularly mutually in one optical reader of claims 31-33, and said photodetector consists of two photodetectors which detect the two separated polarization components separately.

[Claim 35] It is an optical reader equipped with the comparison-operation section to which the optical reader concerned carries out the comparison operation of the detection output of said two photodetectors in the optical reader of claim 34.

[Claim 36] The optical reader with which said optical recording medium is a disk configuration, and the optical reader concerned is equipped with the medium drive made to rotate said optical recording medium and the head migration device in which the optical read head containing the aforementioned read-out light optical system, a polarization beam splitter, and a photodetector is moved in the direction of a path of said optical recording medium, in one optical reader of claims 31-35.

[Claim 37] The optical reader with which the optical reader concerned contained said optical recording medium in one optical reader of claims 31-36.

[Claim 38] The optical search method to which the signal light which holds searched data according to space polarization distribution irradiates read-out light at the optical recording medium currently recorded by the reference beam as a hologram, makes the space optical modulator which carries out polarization modulation of the diffracted light from said hologram according to the data for retrieval penetrate, and detects the coincidence and the inequality between said searched data and said data for retrieval according to polarization distribution of the transmitted light.

[Claim 39] The optical search method to which the signal light which holds searched data according to space polarization distribution irradiates read-out light at the optical recording medium currently recorded

by the reference beam as a hologram, makes the space optical modulator which carries out polarization modulation of the diffracted light from said hologram according to the data for retrieval penetrate, and detects correlation between said searched data and said data for retrieval according to polarization distribution of the transmitted light.

[Claim 40] The optical search method which said optical recording medium is a disk configuration, and moves the optical retrieval head containing said space optical modulator in the direction of a path of said optical recording medium in the optical search method of claims 38 or 39 while rotating said optical recording medium.

[Claim 41] Optical retrieval equipment equipped with the space optical modulator with which the signal light which holds searched data according to space polarization distribution carries out polarization modulation of the read-out light optical system which irradiates read-out light, and the diffracted light from said hologram to the optical recording medium currently recorded by the reference beam as a hologram according to the data for retrieval, and the polarization beam splitter and photodetector which detect polarization distribution of the transmitted light from this space optical modulator.

[Claim 42] It is optical retrieval equipment with which said polarization beam splitter divides said transmitted light into two polarization components which intersect perpendicularly mutually in the optical retrieval equipment of claim 41, and said photodetector consists of two photodetectors which detect the two separated polarization components separately.

[Claim 43] It is optical retrieval equipment equipped with the comparison-operation section to which the optical retrieval equipment concerned carries out the comparison operation of the detection output of said two photodetectors in the optical retrieval equipment of claim 42.

[Claim 44] Optical retrieval equipment which is the electro-optics converter material into which said space optical modulator was inserted with the transparent electrode in one optical retrieval equipment of claims 41-43.

[Claim 45] Optical retrieval equipment said whose electro-optics converter material is liquid crystal in the optical retrieval equipment of claim 44.

[Claim 46] Optical retrieval equipment with which said optical recording medium is a disk configuration, and the optical retrieval equipment concerned is equipped with the medium drive made to rotate said optical recording medium and the head migration device in which the optical retrieval head containing the aforementioned read-out light optical system, a space optical modulator, a polarization beam splitter, and a photodetector is moved in the direction of a path of said optical recording medium, in one optical retrieval equipment of claims 41-45.

[Claim 47] Optical retrieval equipment with which the optical retrieval equipment concerned contained said optical recording medium in one optical retrieval equipment of claims 41-46.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention records data information on an optical recording medium, reads it from an optical recording medium, and the approach and equipment which are searched from an optical recording medium, and data information are recorded, or it relates to the recorded optical recording medium.

[0002]

[Description of the Prior Art] Rewritable optical disks, such as a phase change mold and an optical MAG mold, have already spread widely. Although recording density is high single or more figures if these optical disks are compared with a common magnetic disk, it is not yet enough for the digital storage of image information. In order to raise recording density, there is need, such as making the diameter of the beam spot small and shortening distance with an adjoining track or a contiguity bit.

[0003] DVD-ROM is one of those which are being put in practical use by development of such a technique. DVD-ROM can hold the data of 4.7GByte(s) in a disk with a diameter of 12cm on one side. High density record of 5.2GByte(s) is possible for DVD-RAM in which writing and elimination are possible by both sides on a disk with a diameter of 12cm by the phase change method. This is equivalent to 3600 or more sheets of 7 or more times of read-only CD-ROM, and a floppy disk.

[0004] Thus, the densification and large capacity-ization of an optical disk are progressing every year. However, in order that the above-mentioned optical disk may record data in a field on the other hand, the recording density is restricted to the diffraction limitation of light, and 5 Gbit/cm<sup>2</sup> called physical limitation of high density record is approached. Therefore, for the further large-capacity-izing, the three-dimension (volume mold) record including the depth direction is needed.

[0005] A photopolymer ingredient, a photorefractive ingredient, etc. are mentioned as an ingredient of the optical recording medium of a volume mold. Since these ingredients absorb a taper comparatively and produce refractive-index change, the information record by optical induction refractive-index change is possible for them. For this reason, it can use for the multiplex hologram record in which large-capacity-izing is possible.

[0006] As an example which carried out high density record using the photopolymer ingredient, a spherical wave is used for a reference beam, "SPIE Vol.2514 and 355" are made to rotate 150made from DuPont-100photopolymer which processed the disk configuration, a shift multiplex hologram is recorded on them, and having attained the recording density of 10 times or more of the recording density of CD used now (- 10 bits/micrometer 2) is shown in them.

[0007] Moreover, having carried out multiplex record of the 20,000-page hologram, and having attained record of about 1 GByte into Fe doped LiNbO<sub>3</sub> crystal with a magnitude of 10x10x22mm, is reported to "OPTICAL ENGINEERING Vol.34 and 2193(1995)" as an example which carried out high density record using the photorefractive ingredient.

[0008] Since holographic memory can perform record and read-out of data two-dimensional in addition to mass data being recordable in this way, high-speed data logging, data read-out, high-speed data retrieval and data correlation detection, and high-speed data transfer are also possible for it. Concretely, the following data retrieval approaches are proposed in JP,3-149660,A.

[0009] Drawing 26 shows the search method. By this approach, while reading the two-dimensional searched data currently recorded on this by holographic one from optical memory 102 and writing that data pattern image in the space optical modulator 103 of an optical address type by the laser beam from laser 101, the two-dimensional data for retrieval are written in the space optical modulator 104 of the electric address type of a LCD (liquid crystal display) configuration.

[0010] And the laser beam from laser 105 is irradiated through an analyzer 106 as a read-out light at the space optical modulator 104 of the electric address type of a LCD configuration, the polarization condition is changed according to the data for retrieval, the transmitted light is reflected by the half mirror prism 107, and the read-out side of the space optical modulator 103 of an optical address type is made to carry out image formation.

[0011] Therefore, in the space optical modulator 103, the polarization condition of read-out light is changed according to searched data for every pixel. Two or more bits the coincidence and the inequality between searched data and the data for retrieval can be collectively detected by carrying out incidence of the read-out light to the photodetector array 109 through an analyzer 108, and detecting the existence of the read-out light from two or more pixels by the photodetector array 109 collectively.

[0012] Moreover, the following data-logging approaches and the data correlation detection approach are indicated by "A. Kutanov and Y.Ichioka: Conjugate Image Plane Correlator with Holographic Disk Memory, OPTICAL REVIEW Vol.3, No.4 (1996)258-263."

[0013] Drawing 27 shows the record approach and the correlation detection approach. By this approach, at the time of record, the two-dimensional data which it is going to record are displayed on the space optical modulator 111 of the electric address type of a LCD configuration, the Fourier transform of the signal light 112 which has the two-dimensional amplitude distribution which passed the space optical modulator 111 is carried out to the Fourier transform side P1 by Fourier transformer lens 113, optical memory 114 is irradiated, a reference beam 115 is irradiated simultaneously at optical memory 114, and two-dimensional data are recorded on optical memory 114 as a Fourier transform hologram.

[0014] In detecting correlation, while displaying the two-dimensional data for retrieval on the space optical modulator 111 of the electric address type of a LCD configuration, the reference beam 115 at the time of record and the read-out light 116 which has a relation [ \*\*\*\* ] are irradiated at optical memory 114, the hologram of two-dimensional searched data is read from optical memory 114, by Fourier transformer lens 113, the inverse Fourier transform of the read hologram is carried out to the inverse Fourier transform side P2, and it carries out incidence to the space optical modulator 111.

[0015] Therefore, a correlation peak strong against the Fourier transform side P3 of Fourier transformer lens 117 appears, and the transmitted light of the space optical modulator 111 can know correlation of a two-dimensional image etc. by detecting this, when it becomes the optical product of the data for retrieval, and searched data and the data for retrieval and searched data are in agreement.

[0016] In addition, as an optical recording medium which can rewrite a hologram, in JP,2-280116,A, the optical recording medium which consists of a polymer liquid crystal ingredient is shown, and the optical recording medium which consists of a phase change ingredient is shown in JP,4-30192,A at it.

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, holography KUMEMORI attracts attention for large-capacity-izing and improvement in the speed, and the search method as shown in drawing 26, the record approach as shown in drawing 27, and the correlation detection approach are also proposed in recent years. Moreover, raising S/N is also studied for high density record, and an optical-information-processing technique is also being applied.

[0018] However, in order to use the thing of the amplitude (reinforcement) modulation mold of a LCD configuration for the conventional search method shown in drawing 26, the conventional record approach shown in drawing 27, and the correlation detection approach as space optical modulators 104 or 111 of an electric address type, they have the following problems.

[0019] As LCD which displays data like the space optical modulators 104 or 111 is shown in drawing 28, a polarizer 126,127 is arranged at the both sides of a liquid crystal cell 124 which have an electrode 122,123 to both sides of the liquid crystal 121 which is one of the electro-optics converter material. Although a dichroic polarizer with the easy formation of small lightweight is used as a polarizer 126,127, since the



permeability of the transparency shaft orientations is low, if it is doubled with 70 - 80% two sheets, it will produce about 50% of transmission loss.

[0020] Therefore, in performing record and read-out of data using the space optical modulator of such a LCD configuration, optical reinforcement becomes small at both times of record and reading, S/N deteriorates, and it produces lowering of hologram recording density, and lowering of retrieval precision. Moreover, if laser power is raised in order to raise signal strength, the problem to which the life of laser falls will be produced.

[0021] In record and read-out of the data in holographic memory As a noise factor which determines BER (bit error rate) (1) Photodetector arrays, such as CCD and a photodetector array etc., Fluctuation \*\* between the noise by the quality of a hologram and the page of the diffraction efficiency resulting from the imperfection of the diffracted light (cross talk between pages) from an adjacent hologram, the cross talk between pixels within (3) same hologram, (2) (4) crystal, or optical system and in a page is mentioned.

[0022] The information record by the amplitude (reinforcement) modulation tends to be influenced of various noises in this way, and the ratio (S/N) of signal strength and these noises influences the recording density in a record medium. Then, like other file systems, in order to stop BER low, some coding is tried.

[0023] For example, since the total optical reinforcement of the signal light at the time of record is not kept constant with data when [\*\* and dark] carry out multiplex record of the two-dimensional data corresponding to [0, 1] at a hologram, the cross talk resulting from fluctuation of diffraction efficiency is produced. the difference which makes [light and darkness] corresponding to [ 1 ] corresponding to [0] for [\*\*\*\*] in order to avoid this problem -- the coding method is used. However, the ratio of coding is set to 0.5 in this case, and the utilization effectiveness of a pixel becomes low.

[0024] As mentioned above, in using the space optical modulator of an amplitude modulation mold for a data input or data retrieval, there are problems, like producing low degradation of S/N and the utilization effectiveness of light needs the special coding approach. For this reason, the actual condition is have not fully attained the high density record which is one of the descriptions of holographic memory.

[0025] Furthermore, the conventional data retrieval approach shown in drawing 26 has problems, such as needing another space optical modulator for recording a hologram on the (1) (3) which needs to carry out alignment of space optical modulator [ of (2) light address type ] 103 and space optical modulator 104 of electric address type which need space optical modulator 103 of expensive optical address type in very high precision optical memory 102.

[0026] Moreover, although the conventional record approach and the correlation detection approach which were shown in drawing 27 can avoid the problem of above-mentioned (1) - (3), they have the serious problem that the coincidence and the inequality for every bit between the complicated data of the high density of what can calculate the correlation value between data are undetectable in order to detect correlation by the existence of a correlation peak. Therefore, as a computer filling system which can be searched, it is not suitable.

[0027] Moreover, about the rewriting possibility of holographic memory, each of polymer liquid crystal ingredients [ SBN / Ba<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub> / LiNbO<sub>3</sub> SBN (SrxBa<sub>1-x</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>) ] which are known as a typical photorefractive ingredient and which were shown in JP,2-280116,A mentioned above and phase change ingredients shown in JP,4-30192,A can rewrite a hologram.

[0028] however, by the optical recording medium of these former, and the optical recording approach using this Since data are recorded by producing a certain ingredient change in the strong place of optical reinforcement, and not producing ingredient change theoretically in the weak place of optical reinforcement If it is going to rewrite without an elimination process at the time of data rewriting, the front content of data from the content which produces ingredient change with strong optical reinforcement In the field in which the new content of data turns into a content which does not produce ingredient change with taper reinforcement, the content of data before producing ingredient change will remain as it is, and rewriting of data will be performed.

[0029] Therefore, at the time of data rewriting, after once eliminating data before being recorded according to the elimination process of irradiating a laser beam all over an optical recording medium, it will be necessary to write in new data, and data rewriting will take time amount, and the rapidity which is one of the advantages of holography KUMEMORI will be reduced.

[0030] From the above point, this invention offers the optical recording approach and optical recording equipment which can rewrite data at a high speed, without requiring an elimination process at the time of data rewriting while being able to record data on high density and a high speed.

[0031] Moreover, this invention offers the optical reading approach and the optical reader which can read the data currently recorded on this from an optical recording medium to a high speed and high degree of accuracy.

[0032] Moreover, this invention is easy and a thing which offers the optical search method and the optical retrieval equipment which can be searched to a high speed and high degree of accuracy about the data of arbitration needed from the optical recording medium with which the data of a large quantity are recorded.

[0033] furthermore, this invention offers the optical recording medium which high density and high-speed record, high-speed rewriting that does not require an elimination process, a high speed, and high degree of accuracy carried out reading appearance, and fitted retrieval.

[0034]

[Means for Solving the Problem] With a light transmission nature ingredient, the optical recording medium of this invention is formed in the shape of a sheet as a whole, and prepares at least that polarization induction layer that shows optical induced birefringence nature to a whole surface side.

[0035] By the optical recording approach of this invention, polarization distribution of said signal light is recorded as a hologram into that optical recording medium by obtaining the signal light which holds data information according to space polarization distribution, and irradiating that signal light and reference beam simultaneously at an optical recording medium with the space optical modulator in which polarization modulation is possible.

[0036] By the optical reading approach of this invention, the signal light which holds data information according to space polarization distribution irradiates read-out light at the optical recording medium currently recorded by the reference beam as a hologram, and reads said data information according to polarization distribution of the diffracted light from said hologram.

[0037] In the optical search method of this invention, the signal light which holds searched data according to space polarization distribution irradiates read-out light at the optical recording medium currently recorded by the reference beam as a hologram, makes the space optical modulator which carries out polarization modulation of the diffracted light from said hologram according to the data for retrieval penetrate, and detects the coincidence and the inequality between said searched data and said data for retrieval according to polarization distribution of that transmitted light.

[0038]

[Function] The usual hologram records the optical intensity distribution by two interferences of light wave of signal light and a reference beam as change of a refractive index or an absorption coefficient into an optical recording medium. For this reason, although the polarization direction of signal light and a reference beam needs to be parallel, and the amplitude information and topology of light can be recorded when recording a hologram, about the polarization direction, it is restricted to an one direction. Therefore, in conventional hologram record and data retrieval, as mentioned above, the space optical modulator of an amplitude modulation mold is used.

[0039] On the other hand, the ingredient in which optical induced birefringence nature (called optical induction dichroism or an optical induction anisotropy) is shown can induce the polarization condition of the light which carries out incidence to this, and can record the polarization direction of incident light. As a result of experiment research, the artificer found out that what was excellent in the recording characteristic also in such an ingredient existed so that it might mention later.

[0040] Paying attention to this point, as mentioned above, with a light transmission nature ingredient, it forms in the shape of a sheet as a whole, and at least, that polarization induction layer that shows optical induced birefringence nature to a whole surface side is prepared, and an optical recording medium consists of this invention. Hereafter, such an optical recording medium by this invention is called the optical recording medium of a polarization induction mold.

[0041] In this polarization induction type of optical recording medium, when the polarization direction of signal light and a reference beam intersects perpendicularly, the hologram by the optical induced birefringence corresponding to the polarization distribution by two light waves can be recorded. On these

descriptions, such a hologram is called a polarization hologram to the hologram by the usual optical intensity distribution. And if the reference beam at the time of record and read-out light with the same polarization direction are irradiated to this polarization hologram, the diffracted light where the polarization direction of signal light was saved will be obtained.

[0042] As mentioned above, paying attention to this point by the optical recording approach of this invention By obtaining the signal light which holds data information according to space polarization distribution, and irradiating the signal light and reference beam simultaneously at an optical recording medium with the space optical modulator in which polarization modulation is possible It is what records polarization distribution of said signal light as a hologram into that optical recording medium. By the optical reading approach of this invention Thus, the signal light which holds data information according to space polarization distribution irradiates read-out light at the optical recording medium currently recorded by the reference beam as a hologram, and reads said data information according to polarization distribution of the diffracted light from said hologram.

[0043] As mentioned above, paying attention to the above-mentioned point moreover, in the optical search method of this invention The signal light which holds searched data according to space polarization distribution irradiates read-out light at the optical recording medium currently recorded by the reference beam as a hologram. The space optical modulator which carries out polarization modulation of the diffracted light from said hologram according to the data for retrieval is made to penetrate, and polarization distribution of the transmitted light detects the coincidence and the inequality between said searched data and said data for retrieval.

[0044] Since signal light holds data information according to space polarization distribution while there is no optical loss in a space optical modulator, since the space optical modulator in which polarization modulation is possible can be constituted as a thing without a polarizing plate, the optical intensity distribution of signal light become fixed. Therefore, according to the optical recording approach of this invention, degradation of S/N of signal light can be prevented and data can be recorded on high density and a high speed.

[0045] By this, according to the optical reading approach of this invention, the data currently recorded on this can be read from an optical recording medium to a high speed and high degree of accuracy, and the data of arbitration needed from the optical recording medium with which the data of a large quantity are recorded can be searched to easy, and a high speed and high degree of accuracy according to the optical search method of this invention.

[0046] Furthermore, when it recorded on an optical recording medium by making data into a polarization hologram by the optical recording approach of this invention as a result of experiment research so that it may mention later, the artificer found out that new data could be overwritten as a polarization hologram to that optical recording medium by the optical recording approach of this invention, even if he did not once eliminate data before [ that ] being recorded according to the elimination process of irradiating a laser beam all over that optical recording medium.

[0047] Therefore, according to the optical recording approach of this invention mentioned above, data can be rewritten at a high speed, without requiring an elimination process at the time of data rewriting.

[0048]

[Embodiment of the Invention]

the operation gestalt of [optical recording medium, and record and reading appearance -- carrying out -- principle] of - rewriting -- drawing 1 (A) forms the polarization induction layer 12 which shows 1 operation gestalt of the optical recording medium of this invention, and shows optical induced birefringence nature to the whole surface side of the transparence substrates 11, such as a glass substrate, and constitutes the optical recording medium 10 of the polarization induction mold mentioned above. In this case, the signal light 1 and the reference beam 2 at the time of record are irradiated from the polarization induction layer 12 side so that it may illustrate.

[0049] In order to realize record of a volume mold (three dimension), its larger one is desirable while about at least 10 micrometers of thickness of the polarization induction layer 12 are the need. If the thickness is set to 1mm, the storage capacity of about 100 sheets of CD-ROM can be obtained.

[0050] Drawing 1 (B) is the case where other operation gestalten of the optical recording medium of this

invention are shown, and the optical-recording-medium 10 whole is formed in the polarization induction layer 12 which shows optical induced birefringence nature. Thickness of the polarization induction layer 12 10 in this case, i.e., an optical recording medium, is made the same as the thickness of the polarization induction layer 12 of drawing 1 (A).

[0051] It forms so that an optical recording medium 10 may have a sufficiently big flare compared with the shape of a sheet, i.e., thickness, as a whole in the case of which [ of drawing 1 (A) and (B) ]. Moreover, an optical recording medium 10 is made into configurations, such as a disk configuration.

[0052] The polarization induction layer 12 shows optical induced birefringence nature, and although what kind of thing is sufficient as it as long as it is the ingredient which can record the above-mentioned polarization hologram, the macromolecule which distributed the macromolecule which has the radical photoisomerized to a side chain as a desirable example, the polymer liquid crystal, or the molecule to photoisomerize can be used for it. Moreover, as the radical to photoisomerize or a molecule, what contains an azobenzene frame, for example is suitable.

[0053] An azobenzene shows photoisomerization of transformer-SHISU by the exposure of light. If it will become like the chemical formula showing the molecular structure in drawing 2 (A) if it becomes trans form, and it becomes a cis form, the molecular structure will become like the chemical formula shown in drawing 2 (B).

[0054] Before optical pumping of the azobenzene is carried out for such photoisomerization, trans form exists mostly, and after optical pumping is carried out, many cis forms come to exist. Furthermore, if the light of the linearly polarized light is irradiated at an azobenzene, directivity will be produced in photoisomerization and directivity will appear in an absorption coefficient or a refractive index. Generally, these properties are called optical induced birefringence nature, optical induction dichroism, or an optical induction anisotropy. Moreover, the these-excited anisotropy is eliminable by irradiating the light which is not polarized [ the circular polarization of light or ].

[0055] When recording a hologram on the optical recording medium 10 equipped with the giant molecule which distributed the giant molecule or liquid crystal polymer which has this azobenzene in a side chain, or the azobenzene as a polarization induction layer 12, the respectively coherent signal light 1 and a respectively coherent reference beam 2 are simultaneously irradiated to the same field of an optical recording medium 10.

[0056] In this case, when the polarization direction of the signal light 1 and a reference beam 2 is mutually parallel (for example, as shown in drawing 3 (A), when both the signal light 1 and the reference beam 2 are s-polarized light), optical intensity distribution are produced in an optical recording medium 10 by two interferences of light wave of the signal light 1 and a reference beam 2. And when [ of optical reinforcement ] strong, optical pumping of the azobenzene is carried out strongly, cis forms increase in number, and conversely, when [ of optical reinforcement ] weak, a cis form decreases. Therefore, the grid of the absorption coefficient corresponding to optical intensity distribution or a refractive index is formed as a hologram.

[0057] On the other hand, when the polarization direction of the signal light 1 and a reference beam 2 is made to intersect perpendicularly mutually (for example, as shown in drawing 3 (B), when signal light 1 is made into p-polarized light and a reference beam 2 is made into s-polarized light), optical intensity distribution [ like ] when the polarization direction of the signal light 1 and a reference beam 2 is mutually parallel are not produced. Instead, the polarization direction is modulated spatially and periodically and the linearly polarized light part 8 and the elliptically-polarized-light part 9 appear periodically by turns.

[0058] In this case, although it becomes uniform [ optical intensity distribution ], optical pumping of the azobenzene which turns to the same direction as the modulated polarization direction is carried out more strongly than the azobenzene which turns to other directions. Consequently, in the linearly polarized light part 8, the coloring matter of a cis form will exist mostly and the grid of the mold of the absorption coefficient from which directivity differs spatially, or a refractive index is formed as a hologram.

[0059] Henceforth, the hologram by optical intensity distribution when the polarization direction of the signal light 1 and a reference beam 2 is parallel is called a hologram on the strength [ optical ] like drawing 3 (A), and the hologram by polarization distribution in case the polarization direction of the signal light 1 and a reference beam 2 intersects perpendicularly like drawing 3 (B) is called a polarization hologram.

[0060] Thus, a hologram is recordable, as a result of according to the optical recording medium 10 equipped with the giant molecule which distributed the giant molecule or liquid crystal polymer which has an azobenzene in a side chain, or the azobenzene as a polarization induction layer 12 carrying out induction of the anisotropy of an azobenzene even if the polarization direction of the signal light 1 and a reference beam 2 is parallel, and it lies at right angles.

[0061] Thus, as shown in the optical recording medium 10 with which the hologram was recorded at drawing 3 (A) or (B), the phase conjugation light 2, i.e., the reference beam, and the wave front of a reference beam 2 at the time of record are the same as a read-out light 3. If a travelling direction irradiates the light of reverse, as the diffracted light 4 from a hologram, the phase conjugation light 1, i.e., the signal light, and the wave front of the signal light 1 at the time of record will be the same, and the light whose travelling direction is reverse will occur.

[0062] In this case, like drawing 3 (A), when both the signal light 1 and the reference beam 2 are s-polarized light, the recorded hologram is formed by the hologram on the strength [ optical ], i.e., optical intensity distribution, and the diffracted light 4 also turns into s-polarized light. When both the signal light 1 and the reference beam 2 are p-polarized light, the diffracted light 4 turns into p-polarized light similarly.

[0063] On the other hand, like drawing 3 (B), when the signal light 1 is p-polarized light and a reference beam 2 is s-polarized light, the recorded hologram is formed by the polarization hologram, i.e., polarization distribution, and the diffracted light 4 turns into p-polarized light as well as the signal light 1. When the signal light 1 is s-polarized light and a reference beam 2 is p-polarized light, the diffracted light 4 turns into s-polarized light as well as the signal light 1 similarly.

[0064] It is as follows when the signal light 1 has an s-polarized light component and a p-polarized light component. For example, if the diffraction efficiency of a hologram on the strength [ optical ] and a polarization hologram is equal in the case of the linearly polarized light (the polarization direction is 45 degrees to the both sides of the direction of s-polarized light, and the direction of p-polarized light) with the signal light 1 equal [ an s-polarized light component and a p-polarized light component ], the polarization direction of the diffracted light 4 by which reading appearance was carried out will become the same as the polarization direction of the signal light 1.

[0065] On the other hand, since the diffraction efficiency of s-polarized light and p-polarized light differs when the diffraction efficiency of a hologram on the strength [ optical ] and a polarization hologram is not equal, the polarization direction of the diffracted light 4 by which reading appearance was carried out comes to differ from the polarization direction of the signal light 1. However, the thing of the polarization direction same as the diffracted light 4 as the signal light 1 can be obtained by arranging a polarizer or a wavelength plate in the optical path of the diffracted light 4 in this case.

[0066] The polyester which is expressed with the chemical formula shown in drawing 2 (C) as one of the desirable examples of the polarization induction layer 12 and which has a cyano azobenzene in a side chain can be used. It checked according to the optical system of degeneration 4 light-wave mixing which shows that this ingredient can record a polarization hologram to drawing 4.

[0067] The Ar ion laser which emits the laser beam which has sensibility in the polyester which has a cyano azobenzene in a side chain as the light source 91 was used. Polarization of a laser beam with a wavelength [ from this Ar ion laser 91 ] of 515nm is s-polarized light vertical to space, it reflects a part of that laser beam by half mirror 92a, makes shutter 93a penetrate, makes it reflect by mirror 94a, makes the 1/2-wave wave 95 penetrate, and obtains the signal light 1. The polarization direction of the signal light 1 is changeable into arbitration with 1/2 wavelength plate 95.

[0068] Reflect a part of laser beam which penetrated half mirror 92a by half mirror 92c, make shutter 93b penetrate, it is made to reflect by mirror 94b, and an optical recording medium 10 is irradiated as a reference beam 2 of s-polarized light at the same time it irradiates the optical recording medium 10 used as a sample which is made to penetrate half mirror 92b for the signal light 1, and consists of polyester which has a cyano azobenzene in a side chain. Shutter 93c closes at the time of this record.

[0069] At the time of read-out, closing and shutter 93c is opened for Shutters 93a and 93b, the laser beam which penetrated shutter 93c is reflected by mirror 94c, an optical recording medium 10 is irradiated as a read-out light 3 of s-polarized light, the diffracted light 4 by which reading appearance was carried out by this from the optical recording medium 10 is reflected by half mirror 92b, and an analyzer 96 is made to

penetrate and is taken out. The polarization direction of the diffracted light 4 can be investigated by rotating an analyzer 96.

[0070] The beam diameter was set [ the optical power of the signal light 1 ] to about 2mm for 4mW and a beam diameter, having set about 100 micrometers and optical power of a reference beam 2 as 100mW, chart lasting time was changed per 5 seconds, the hologram was recorded, and the hologram was read after record of each chart lasting time. The optical power of the read-out light 3 could be 200mW. Since there was a possibility of breaking the recorded long hologram, about the read-out light 3 when the time amount exposure was carried out, irradiation time of the read-out light 3 at the time of one read-out was made into 0.5 seconds.

[0071] Drawing 5 (A), (B), and (C) show the dependency over the hologram chart lasting time of the optical reinforcement of the diffracted light 4 in case the signal light 1 is s-polarized light, p-polarized light, and 45-degree polarization (medium of s-polarized light and p-polarized light), respectively. As mentioned above, a reference beam 2 and the read-out light 3 are s-polarized light.

[0072] A hologram is recordable, no matter the signal light 1 may be in what polarization condition so that clearly from drawing 5 . Moreover, it turns out that the optical reinforcement of the diffracted light 4 will be in a steady state by the record for about 80 seconds. Furthermore, when the recorded hologram was saved at the room temperature, it has checked that record was held several weeks or more.

[0073] Drawing 6 shows the result of having investigated polarization distribution of the diffracted light 4 in case the signal light 1 shown in drawing 5 (A) is s-polarized light, as for an axis of abscissa, 90 degrees and 270 degrees show s-polarized light according to the polarization angle of rotation of an analyzer 96, and an axis of ordinate is the transmitted light reinforcement of an analyzer 96. From now on, when the polarization angle of rotation of an analyzer 96 is 90 degrees or 270 degrees, it will turn out that the transmitted light reinforcement of an analyzer 96 becomes large. Therefore, when s-polarized light is recorded as a signal light 1, it turns out that the hologram diffracted light 4 by which reading appearance was carried out also turns into s-polarized light.

[0074] Drawing 7 shows the result of having investigated polarization distribution of the diffracted light 4 in case the signal light 1 shown in drawing 5 (B) is p-polarized light, as for an axis of abscissa, 0 degree and 180 degrees show p-polarized light according to the polarization angle of rotation of an analyzer 96, and an axis of ordinate is the transmitted light reinforcement of an analyzer 96. From now on, when the polarization angle of rotation of an analyzer 96 is 0 degree or 180 degrees, it will turn out that the transmitted light reinforcement of an analyzer 96 becomes large. Therefore, when p-polarized light is recorded as a signal light 1, it turns out that the hologram diffracted light 4 by which reading appearance was carried out also turns into p-polarized light.

[0075] Drawing 8 shows the result of having investigated polarization distribution of the diffracted light 4 in case the signal light 1 shown in drawing 5 (C) is 45-degree polarization, and the axis of abscissa and the axis of ordinate are the same as drawing 6 and drawing 7 . From now on, when the polarization angle of rotation of an analyzer 96 is 140 degrees or 320 degrees, it will turn out that the transmitted light reinforcement of an analyzer 96 becomes large. Since the transmitted light reinforcement of an analyzer 96 will become large when the polarization angle of rotation of an analyzer 96 is 135 degrees or 315 degrees if the hologram diffracted light 4 is the phase conjugation light where polarization of the signal light 1 was saved, as for the hologram diffracted light 4, it turns out also in this case that polarization of the signal light 1 is saved mostly.

[0076] A gap of a 5-degree polarization angle is considered for optical system, especially the polarization property of half mirror 92b. This gap can be easily amended by arranging a polarizer or 1/2 wavelength plate in the optical path of the hologram diffracted light 4.

[0077] The optical recording medium which becomes a side chain from the polyester which has a cyano azobenzene also records polarization of signal light as a hologram, and the above result shows that it can read. Therefore, it is also possible to record on multiplex the hologram which changes the polarization direction of signal light into the same field of the optical recording medium which becomes a side chain from the polyester which has a cyano azobenzene, and holds data information according to space polarization distribution to it, and the hologram which holds data information according to intensity distribution or phase distribution.



[0078] Furthermore, to the same field of the optical recording medium which becomes this side chain from the polyester which has a cyano azobenzene, in order to investigate whether two or more holograms depended on the difference in the polarization angle of a reference beam are recordable on multiplex, in the optical system shown in drawing 4, the polarization angle of a reference beam 2 was changed, the hologram was recorded, and the polarization condition of the diffracted light 4 was investigated. The polarization angle of a reference beam 2 was changed with 1/2 wavelength plate (it omits in drawing 4) arranged in the optical path of a reference beam 2.

[0079] Drawing 9 shows the polarization angle of the hologram diffracted light 4 when signal light 1 is made into p-polarized light and it makes p-polarized light and read-out light 3 s-polarized light for a reference beam 2, and the relation of optical reinforcement. Since the optical reinforcement of the diffracted light 4 shows a peak when the polarization angle of the diffracted light 4 is about 90 degrees or 270 degrees, it turns out at this time that the diffracted lights 4 are about s polarization.

[0080] On the other hand, when signal light 1 was made into p-polarized light and s-polarized light and read-out light 3 were made into s-polarized light for a reference beam 2, as shown in drawing 7 corresponding to drawing 5 (B), the diffracted light 4 was p-polarized light. When the polarization angle of a reference beam 2 is rotated and a hologram is recorded so that clearly, when drawing 7 is compared with drawing 9, it turns out that the polarization angle of the diffracted light 4 rotates according to the revolution of the polarization angle of a reference beam 2.

[0081] Therefore, two or more holograms which hold data information according to intensity distribution or phase distribution are recordable on the same field of the optical recording medium which becomes a side chain from the polyester which has a cyano azobenzene by rotating the polarization angle of a reference beam and recording a hologram multiplex. Read-out of the hologram multiplexed by the polarization angle of a reference beam becomes possible by separating [ of the diffracted light ] the diffracted light from a desired hologram from polarization.

[0082] Furthermore, it measured according to the optical system for hologram record playback which shows the rewriting property of the optical recording medium which becomes a side chain from the polyester which has a cyano azobenzene to drawing 10.

[0083] The Ar ion laser same as the light source 81 as the light source 91 of the optical system of degeneration 4 light-wave mixing shown in drawing 4 was used. Polarization of a laser beam with a wavelength [ from this Ar ion laser 81 ] of 515nm is s-polarized light vertical to space, makes a beam splitter 82, a shutter 83, and the 1/2-wave wave 84 penetrate a part of that laser beam, and obtains the signal light 1. The polarization direction of the signal light 1 is changeable into arbitration with 1/2 wavelength plate 84.

[0084] The laser beam reflected by the beam splitter 82 is reflected by mirrors 85 and 86, an optical recording medium 10 is irradiated as a reference beam 2 of s-polarized light, and a hologram is recorded into an optical recording medium 10 at the same time it irradiates the optical recording medium 10 used as a sample which consists of polyester which has a cyano azobenzene for the signal light 1 in a side chain.

[0085] At the time of read-out, a shutter 83 is closed, the laser beam reflected by the beam splitter 82 is reflected by mirrors 85 and 86, an optical recording medium 10 is irradiated as a read-out light 3 of s-polarized light, thereby, an analyzer 87 is made to penetrate and the diffracted light 4 by which reading appearance was carried out is taken out from an optical recording medium 10. The polarization direction of the diffracted light 4 can be investigated by rotating an analyzer 87.

[0086] First, the hologram was recorded for about 2 seconds, having made optical reinforcement of the signal light 1 and a reference beam 2 into 1 W/cm<sup>2</sup>, and having used the beam diameter as about 2mm, the hologram was read after that by having made optical reinforcement of the read-out light 3 into 0.1 W/cm<sup>2</sup>, and the same record and same read-out were repeated after that. Since there was a possibility of breaking the recorded long hologram, about the read-out light 3 when the time amount exposure was carried out, irradiation time of the read-out light 3 at the time of one read-out was made into 0.5 seconds.

[0087] Drawing 11 shows the result of having investigated the polarization distribution of the diffracted light 4 by which reading appearance was carried out at this time, as for an axis of abscissa, 0 degree and 180 degrees show s-polarized light according to the polarization angle of rotation of an analyzer 87, and an axis of ordinate is the transmitted light reinforcement of an analyzer 87. As mentioned above, the signal light 1, a

reference beam 2, and the read-out light 3 are s-polarized light.

[0088] From now on, when the polarization angle of rotation of an analyzer 87 is 0 degree or 170 degrees, it will turn out that the transmitted light reinforcement of an analyzer 87 becomes large. Therefore, when s-polarized light is recorded as a signal light 1, it turns out that the hologram diffracted light 4 by which reading appearance was carried out also turns into s-polarized light.

[0089] Next, the hologram of p-polarized light was overwritten, without eliminating the hologram of that s-polarized light to the field to which the hologram of this s-polarized light was recorded. That is, in the optical system of drawing 10, 1/2 wavelength plate 84 was rotated, signal light 1 was made into p-polarized light, and the reference beam 2 considered as [ s-polarized light ], made the optical reinforcement and the beam diameter of the signal light 1 and a reference beam 2 the same as a front, recorded the hologram for about 4 seconds, made optical reinforcement of the read-out light 3 the same as a front after that, and read the hologram.

[0090] Drawing 12 shows the result of having investigated the polarization distribution of the diffracted light 4 by which reading appearance was carried out at this time, as for an axis of abscissa, 90 degrees shows p-polarized light according to the polarization angle of rotation of an analyzer 87, and an axis of ordinate is the transmitted light reinforcement of an analyzer 87.

[0091] From now on, when the polarization angle of rotation of an analyzer 87 is 80 degrees, it will turn out that the transmitted light reinforcement of an analyzer 87 becomes large. Therefore, when the hologram of p-polarized light is recorded on the field to which the hologram of s-polarized light was recorded, without eliminating the hologram of the s-polarized light, it turns out that the hologram diffracted light by which reading appearance was carried out from the field turns into p-polarized light.

[0092] Although not illustrated, when the hologram of s-polarized light was recorded on the field to which the hologram of p-polarized light was recorded on reverse, without eliminating the hologram of the p-polarized light, it was checked that the hologram diffracted light by which reading appearance was carried out from the field turns into s-polarized light.

[0093] It turns out that the hologram of s-polarized light or p-polarized light is recordable, without eliminating the hologram from the above result to the field to which the hologram of s-polarized light or p-polarized light is recorded beforehand. Furthermore, it is also possible again to overwrite a hologram satisfactory. Therefore, data can be rewritten at a high speed, without requiring an elimination process.

[0094] As mentioned above, it is same that data can be rewritten without requiring that polarization of signal light can be recorded as a hologram and can be read and an elimination process also about the optical recording medium which formed only in the whole surface side the layer (film) of the polyester which has a cyano azobenzene in a side chain. Moreover, the same is said of the optical recording medium which prepared the giant molecule which distributed the giant molecule or liquid crystal polymer which has a radical not only like the polyester which has a cyano azobenzene in a side chain but an azobenzene to photoisomerize in a side chain, or a molecule like an azobenzene to photoisomerize in the whole surface side at least.

[0095] [One operation gestalt of the optical recording approach and optical recording equipment] Drawing 13 and drawing 14 show the optical recording approach of this invention, and an example of optical recording equipment. An optical recording medium 10 is the thing of the polarization induction mold of this invention, and is made into a disk configuration.

[0096] When an optical recording medium 10 becomes a side chain from the polyester which has a cyano azobenzene that what is necessary is just what emits the coherent light which has sensibility in the optical recording medium 10 of a polarization induction mold, the Ar ion laser which emits the laser beam with a wavelength of 515nm mentioned above belonging to the wavelength which a cyano azobenzene photoisomerizes can be used for the light source 21 of the optical recording head 20. A beam splitter 25 is made to penetrate and incidence of the laser beam 5 from this light source 21 is carried out to the space optical modulator 30 as incident light 6 as a parallel light with lenses 22 and 23 by one side.

[0097] Let the space optical modulator 30 be the thing in which polarization modulation is possible. Unlike the space optical modulator of the LCD configuration shown and mentioned above to drawing 28, a polarizer is not prepared although what attached the matrix electrode to the liquid crystal panel and electro-optics crystal of an electrical-potential-difference address type can be used as such a space optical



modulator 30.

[0098] It is the thing of the optical bulb configuration which drawing 15 showed an example of the space optical modulator 30 in which this polarization modulation is possible, formed transparent electrodes 32 and 33 in the whole surface of the transparence substrates 34 and 35, and sandwiched the electro-optics conversion ingredients 31, such as liquid crystal, between a transparent electrode 32 and 33. The polarization of light which carries out incidence to each pixel is modulated by forming two or more pixels two-dimensional, operating each pixel as a  $1/2$ -wave wave, and giving as existence of electrical-potential-difference impression of the information on the bit corresponding to each pixel in two-dimensional data.

[0099] As shown in drawing 16, incidence of the incident light 6 made into parallel light is carried out to the space optical modulator 30 as s-polarized light. And signal light 1a which pixel 37a to which the electrical potential difference of the space optical modulator 30 is not impressed became parallel [ the shaft of  $1/2$  wavelength plate ] to the polarization direction of incident light 6, therefore penetrated pixel 37a becomes s-polarized light. On the other hand, signal light 1b which 45 degrees of shafts of  $1/2$  wavelength plate rotated, and pixel 37b to which the electrical potential difference of the space optical modulator 30 was impressed made rotate the 90 degrees of the polarization directions of incident light 6, therefore penetrated pixel 37b becomes p-polarized light. Therefore, the signal light 1 which passed the space optical modulator 30 has the space polarization distribution corresponding to the two-dimensional data given to the space optical modulator 30.

[0100] As shown in drawing 13 and drawing 14, the Fourier transform of the signal light 1 which passed this space optical modulator 30 is carried out to the Fourier transform side P1 by Fourier transformer lens 24, and an optical recording medium 10 is irradiated. Simultaneously, it is made to reflect by the beam splitter 25, the laser beam 5 from the light source 21 is reflected by mirrors 26 and 27 on the other hand, the reference beam 2 of s-polarized light is obtained, and the reference beam 2 is irradiated to the field to which the signal light 1 of an optical recording medium 10 is irradiated. Polarization distribution of the signal light 1 corresponding to two-dimensional data is recordable on an optical recording medium 10 as a polarization hologram with this.

[0101] By rotating an optical recording medium 10 by the motor 29, a location can be changed into the hoop direction of an optical recording medium 10, and two or more polarization holograms can be recorded on it. At this time, shift multiplex record can be performed by using a spherical wave as a reference beam 2. Furthermore, by moving the optical recording head 20 in the direction of a path of an optical recording medium 10, as shown in drawing 14, a polarization hologram is recordable in forming a concentric circular recording track into an optical recording medium 10.

[0102] Since according to the optical recording approach and optical recording equipment which were mentioned above there is no optical loss in the space optical modulator 30 since the space optical modulator 30 does not have a polarizing plate, and the signal light 1 moreover holds data information according to space polarization distribution, the optical intensity distribution of the signal light 1 become fixed. Therefore, quantity of light lowering with the space optical modulator 30 and degradation of S/N of the signal light 1 by fluctuation of the optical reinforcement of the signal light 1 can be prevented, and data can be recorded on high density and a high speed. And the special coding approach is not needed.

[0103] According to the optical recording approach and optical recording equipment which were mentioned above, furthermore, the signal light 1 which passed the space optical modulator 30 Like [ in the case of becoming what has the space polarization distribution according to the two-dimensional data given to the space optical modulator 30, and s-polarized light or p-polarized light surely being irradiated by the record section of an optical recording medium 10, and recording a hologram on the strength / optical ] The new polarization direction can be overwritten without eliminating the front polarization direction, as mentioned above while it is not said that the part by which light is not irradiated according to the content of two-dimensional data is produced.

[0104] Therefore, according to the optical recording approach and optical recording equipment which were mentioned above, data can be rewritten at high speed and certainly, without requiring an elimination process.

[0105] [One operation gestalt of the optical reading approach and an optical reader] Drawing 17 shows an example of the optical reading approach of this invention, and an optical reader. While optical recording

media 10 are a polarization induction mold and the thing of a disk configuration, as shown in drawing 16, the signal light 1 which holds two-dimensional data according to space polarization distribution is recorded as a hologram by the approach thru/or equipment shown in drawing 13 - drawing 16.

[0106] From the read-out light optical system 41 including the light source of the optical read head 40, the phase conjugation light of the reference beam at the time of record is obtained as a read-out light 3, and the read-out light 3 is irradiated to the field to which the hologram of an optical recording medium 10 was recorded. As the diffracted light 4 from a hologram, as shown in drawing 18, the phase conjugation light where the polarization direction of the signal light at the time of record was saved is obtained by this.

[0107] However, since the diffraction efficiency of s-polarized light and p-polarized light differs in this case when the diffraction efficiency of a hologram on the strength [ optical ] and a polarization hologram is not equal, the polarization direction of the diffracted light 4 by which reading appearance was carried out comes to differ from the polarization direction of the signal light 1. However, the thing of the polarization direction same as the diffracted light 4 as the signal light 1 can be obtained by arranging a polarizer or a wavelength plate in the optical path of the diffracted light 4 in this case.

[0108] This diffracted light 4 is made into parallel light with a lens 42, and carries out incidence to a polarization beam splitter 43, it separates into s-polarized light component 7S and p-polarized light component 7P, and photodetector array 44S detect those s-polarized light component 7S, or photodetector array 44P detect p-polarized light component 7P. CCD, a photodetector array, etc. can be used as photodetector arrays 44S and 44P.

[0109] As shown in drawing 18, s-polarized light component 7S and p-polarized light component 7P become the relation between a negative image and a positive image, and can read the two-dimensional data held according to space polarization distribution of the diffracted light 4, i.e., the two-dimensional data recorded on the optical recording medium 10, by detecting one of these by one photodetector array.

[0110] By rotating an optical recording medium 10 by the motor 49, two or more holograms which change a location into the hoop direction of an optical recording medium 10, and are recorded on it can be read. Moreover, a hologram can be read from the recording track currently formed into the optical recording medium 10 concentric circular by moving the optical read head 40 in the direction of a path of an optical recording medium 10.

[0111] According to the optical reading approach and the optical reader which were mentioned above, the data currently recorded on this can be read from an optical recording medium 10 to a high speed and high degree of accuracy. Moreover, the hologram diffracted light 4 which is the phase conjugation light of signal light cancels the aberration of the lens 42 on an optical path etc. automatically, and since image formation is automatically carried out to the focal distance location of a lens 42, it does not have constraint of alignment, either.

[0112] [The optical recording approach thru/or equipment and the optical reading approach thru/or other operation gestalten of equipment] Drawing 19 shows other examples of the optical recording approach of this invention thru/or optical recording equipment and the optical reading approach of this invention thru/or an optical reader.

[0113] As the optical recording approach thru/or optical recording equipment, it is the same as the approach thru/or equipment shown in drawing 13 - drawing 16. However, in this example, a shutter 28 is formed on the optical path of the laser beam which penetrated the beam splitter 25, at the time of record, that shutter 28 is opened, the incident light 6 made into parallel light is obtained, and the signal light 1 which has space polarization distribution is obtained.

[0114] Also in this example, data can be rewritten at a high speed, without requiring an elimination process, as mentioned above.

[0115] As the optical reading approach thru/or an optical reader, not the phase conjugation light of the reference beam 2 at the time of record but the completely same light as the reference beam 2 at the time of record is used as a read-out light 3 in this example.

[0116] That is, in this example, at the time of read-out, a shutter 28 is closed, the laser beam reflected by the beam splitter 25 is reflected by mirrors 26 and 27, and the field to which the hologram of an optical recording medium 10 was recorded is irradiated as a read-out light 3 of s-polarized light. As the diffracted light 4 from a hologram, as shown in drawing 18, the light where the polarization direction of the signal

light at the time of record was saved is obtained by this. This diffracted light 4 is made into parallel light with a lens 42, and the photodetector array 44 detects it.

[0117] However, although omitted in drawing 19, between a lens 42 and the photodetector array 44, as shown in drawing 17, a polarization beam splitter is allotted, or a wavelength plate is arranged, and the s-polarized light component and p-polarized light component in the diffracted light 4 are separated and detected, or an s-polarized light component or a p-polarized light component is detected.

[0118] Also in this example, the data currently recorded on this can be read from an optical recording medium 10 to a high speed and high degree of accuracy.

[0119] [The optical reading approach which raises S/N and optical reader] In the optical reading approach thru/or the optical reader shown in drawing 17 (or drawing 19) The optical reinforcement of s-polarized light component 7S and p-polarized light component 7P which is separated by the polarization beam splitter 43 and detected by the photodetector arrays 44S and 44P by carrying out a comparison operation The noise resulting from fluctuation of the diffracted light 4, the effect of outdoor daylight, an optical recording medium 10, the imperfection of optical system, etc. can be canceled, and the reading output of higher S/N can be obtained.

[0120] Drawing 20 shows the comparison-operation approach, and subtracts the detection output of photodetector array 44S from the detection output of photodetector array 44P to corresponding every pixel (bit) in a subtractor circuit 45.

[0121] If the diffracted light of the i-th pixel is made into p-polarized light, the signal component is set to  $I_{pi}$  and a noise component is set to nickel, about the i-th pixel, the output of photodetector array 44P serves as a signal component  $I_{pi}$  and the sum ( $I_{pi} + \text{nickel}$ ) of noise component nickel, the output of photodetector array 44S serves as only noise component nickel, noise component nickel will be canceled and the output of a subtractor circuit 45 will serve as only a signal component  $I_{pi}$ .

[0122] When the diffracted light of the j-th pixel is made into s-polarized light, the signal component is set to  $I_{sj}$  and a noise component is set to  $N_j$ , about the j-th pixel, the output of photodetector array 44P serves as only a noise component  $N_j$ , the output of photodetector array 44S serves as the sum ( $I_{sj} + N_j$ ) of a signal component  $I_{sj}$  and a noise component  $N_j$ , as for the output of a subtractor circuit 45, a noise component  $N_j$  is canceled, and it is a signal component. - It is set only to  $I_{sj}$ .

[0123] What is necessary is to judge with [1], when the output value of a subtractor circuit 45 is forward, and just to judge with [0] at the time of negative, in reading binary digital data.

[0124] Thus, according to the optical reading approach and the optical reader which were mentioned above, while a noise is cancellable for every pixel, an output value can distinguish a data value by forward or negative by making the output value of 0 (zero) into a threshold, without being based on the optical reinforcement of the diffracted light 4.

[0125] As multiplex-recorded, ] being mentioned above, multiplex [ of the optical recording medium of the polarization induction mold of this invention ] can be carried out to a polarization hologram, it can change the polarization direction of signal light, and can record the hologram which changed the polarization direction of [signal light and which holds data information according to intensity distribution or phase distribution on the same field of an optical recording medium.

[0126] Hereafter, an example of the optical recording approach in this case and the optical reading approach is shown. At the time of record, first, as shown in drawing 21 (A), a hologram is recorded on the field 15 of the optical recording medium 10 of a polarization induction mold by making both the signal light 1 and the reference beam 2 into s-polarized light. The hologram at this time is a hologram by optical intensity distribution, as mentioned above in drawing 3 (A).

[0127] Next, as shown in drawing 21 (B), a reference beam 2 records a hologram on the field 15 of an optical recording medium 10 by making signal light 1 into p-polarized light with s-polarized light. The hologram at this time is a hologram by polarization distribution, as mentioned above in drawing 3 (B). However, a hologram on the strength [ optical ] and a polarization hologram may record any first.

[0128] At the time of read-out, as shown in drawing 21 (C), a hologram on the strength [ optical ] and a polarization hologram irradiate the read-out light 3 which is the phase conjugation light of the reference beam 2 at the time of record as mentioned above to the field 15 of an optical recording medium 10 recorded on multiplex. What has an s-polarized light component by the hologram on the strength [ optical ] by the

signal light of s-polarized light and a p-polarized light component by the polarization hologram by the signal light of p-polarized light as the diffracted light 4 from a field 15 by this is obtained.

[0129] A hologram on the strength [ optical ] and a polarization hologram, i.e., the data of the signal light of s-polarized light and the data of the signal light of p-polarized light, can be separated and taken out by a polarization beam splitter's 43 separating the diffracted light 4 into s-polarized light component 7S and p-polarized light component 7P, as shown in drawing 17 and drawing 18 , and photodetector array 44S detecting the s-polarized light component 7S, and detecting p-polarized light component 7P by photodetector array 44P.

[0130] Thus, since according to the approach mentioned above two or more holograms can be recorded on multiplex and two or more holograms can be separated and read to the same field of an optical recording medium 10 from the same field, it becomes more recordable [ high density ].

[0131] [Data logging which rotated the polarization angle of signal light] Since a polarization hologram generates the light where the polarization direction of signal light was saved as the diffracted light, it becomes recordable [ the information by the difference in a polarization angle ] by rotating the polarization angle of signal light. And since record of the information by the difference in optical reinforcement is also possible by changing the optical reinforcement of signal light simultaneously, high density record is realizable.

[0132] For example, as shown in drawing 22 , six polarization angles as shown by the vector D1-D6 are set up as a polarization angle of signal light within the limits of 90 degrees including the direction (0 degree) of s-polarized light and the direction (90 degrees) of p-polarized light of [ from s-polarized light to the direction of p-polarized light ]. It can encode, and such six polarization angles can express six bits, and can become a number to a bottom 6, or the number with which the binary-form type to the 6th power was encoded. The die length of vectors D1-D6 can express two or more bits by showing the optical reinforcement of the signal light in each polarization angle, also setting this as two or more steps, and encoding it.

[0133] Thus, the signal light which rotated the polarization angle can be obtained with the space optical modulator 30 of drawing 13 - drawing 15 . Moreover, it can be made to be able to multiplex by the beam splitter and the space intensity distribution of s-polarized light and the space intensity distribution of p-polarized light can also be acquired.

[0134] At the time of read-out, as shown in drawing 17 and drawing 18 , a polarization beam splitter 43 separates the diffracted light 4 from a hologram into s-polarized light component 7S and p-polarized light component 7P, and photodetector array 44S detect the s-polarized light component 7S, and photodetector array 44P detect p-polarized light component 7P. Furthermore, as shown in drawing 23 , the detection output of the photodetector arrays 44S and 44P is supplied to the comparison-operation section which consists of the division circuit 46, a square root calculation circuit 47, and an arc tangent calculation circuit 48, and carries out a comparison operation to corresponding every pixel (bit).

[0135] When optical reinforcement of the diffracted light of a certain pixel is set to I and a polarization angle (the direction of s-polarized light is made into 0 degree) is set to theta, the reinforcement  $I_s$  of an s-polarized light component and the reinforcement  $I_p$  of a p-polarized light component are  $I_s = I \cos^2 \theta$ , respectively. .... (1)

$I_p = I \sin^2 \theta$  .... (2)

It is come out and given.

[0136] Therefore, by doing the division of the p-polarized light reinforcement  $I_p$  by the s-polarized light reinforcement  $I_s$  in the division circuit 46,  $\tan^2 \theta$  is called for from the division circuit 46,  $\tan \theta$  is called for from the square root calculation circuit 47, and the polarization angle theta is searched for from the arc tangent calculation circuit 48. Therefore, the information by the difference in the polarization angle of signal light can be read.

[0137] [Operation gestalt of an optical search method and optical retrieval equipment] Drawing 24 shows the optical search method of this invention, and the operation gestalt of optical retrieval equipment. While optical recording media 10 are a polarization induction mold and the thing of a disk configuration, as shown in drawing 16 , the signal light 1 which holds two-dimensional searched data according to space polarization distribution is recorded as a hologram by the approach thru/or equipment shown in drawing 13 - drawing

16, or drawing 19.

[0138] The space optical modulator 30 as shown in drawing 13 - drawing 15, or drawing 19 is formed in the optical retrieval head (optical read head) 60, and as shown in drawing 25, the two-dimensional data for retrieval are written in it at this. That is, it gives an existence of electrical-potential-difference impression of the information on the bit corresponding to each pixel of the space optical modulator 30 in the data for retrieval, and polarization of the light which functions as a 1/2-wave wave, respectively and which carries out incidence of each pixel to this is made into the condition of becoming irregular according to the information on a bit that the data for retrieval correspond.

[0139] and from the read-out light optical system 61 including the light source of the optical retrieval head 60 like the optical reading approach thru/or the optical reader shown in drawing 17 The phase conjugation light of the reference beam at the time of record is obtained as a read-out light 3, the read-out light 3 is irradiated to the field to which the hologram of an optical recording medium 10 was recorded, and as the diffracted light 4 from a hologram, as shown in drawing 25, the phase conjugation light where the polarization direction of the signal light at the time of record was saved is obtained.

[0140] This diffracted light 4 is made into parallel light with a lens 62, image formation is carried out on the space optical modulator 30, incidence of the diffracted light which passed the space optical modulator 30 further is carried out to a polarization beam splitter 43 with the lenses 63 and 64 which constitute image formation optical system, it separates into s-polarized light component 7S and p-polarized light component 7P, and photodetector array 44S detect those s-polarized light component 7S, or photodetector array 44P detect p-polarized light component 7P.

[0141] In this case, while reading two or more holograms which change a location into the hoop direction of an optical recording medium 10, and are recorded on it by rotating an optical recording medium 10 by the motor 69, a hologram is read from the recording track currently formed into the optical recording medium 10 concentric circular by moving the optical retrieval head 60 in the direction of a path of an optical recording medium 10.

[0142] The hologram diffracted light 4 which has the polarization information on searched data Since it is the phase conjugation light where the polarization direction of the signal light at the time of record was saved, when the data for retrieval and searched data are thoroughly in agreement When a certain wave front passes a phase-distortion medium twice, according to a phase correction operation of phase conjugation light that distortion of a wave front is canceled, the diffracted light which passed the space optical modulator 30 turns into s-polarized light in all pixels. Therefore, s-polarized light component 7S separated by the polarization beam splitter 43 become [\*\*] by all pixels, and p-polarized light component 7P become [dark] by all pixels.

[0143] On the other hand, since a phase correction operation of phase conjugation light is not produced when the data for retrieval and searched data are not in agreement, the diffracted light which passed the space optical modulator 30 turns into p-polarized light in the pixel the data for retrieval and whose searched data do not correspond.

[0144] Therefore, whenever [ between the data for necropsy funiculi and the searched data which are not / whether the data for retrieval and searched data are thoroughly in agreement and / correlation ] is detectable from the detection output of the photodetector arrays 44S or 44P by carrying out the monitor of the full strength of s-polarized light component 7S or p-polarized light component 7P. In this case, by carrying out the comparison operation of the full strength of s-polarized light component 7S and p-polarized light component 7P, a noise is canceled and whenever [ coincidence and inequality thru/or correlation ] can be detected more to high degree of accuracy.

[0145] As the data for retrieval and searched data are not in agreement and it is shown in drawing 25, the {m, n} address of the data for retrieval by s-polarized light (the shaft of 1/2 wavelength plate of {m, n} address 30c of the space optical modulator 30 is a 0-degree revolution) When the {m, n} address of searched data is p-polarized light, diffracted-light 4c of the {m, n} address becomes p-polarized light by passing {m, n} address 30c of the space optical modulator 30.

[0146] The {k, l} address of the data for retrieval moreover, by p-polarized light (the shaft of 1/2 wavelength plate which is 30d of {k, l} addresses of the space optical modulator 30 is a 45-degree revolution) When the {k, l} address of searched data is s-polarized light, 4d of diffracted lights of the {k, l}

address turns into p-polarized light by passing 30d of {k, l} addresses of the space optical modulator 30. [0147] That is, the diffracted light which passed the space optical modulator 30 turns into s-polarized light at the address the data for retrieval and whose searched data correspond, and turns into p-polarized light at a conflicting address. Therefore, s-polarized light component 73S separated by the polarization beam splitter 43 become [dark] at the address the data for retrieval and whose searched data do not correspond, and p-polarized light component 73P become reverse with [\*\*] at the address the data for retrieval and whose searched data do not correspond.

[0148] Therefore, the coincidence and the inequality of every address (bit) between the data for retrieval and searched data are detectable from the detection output of the photodetector arrays 44S or 44P by detecting the light and darkness for every address of s-polarized light component 7S or p-polarized light component 7P. Moreover, like the optical reading approach thru/or the optical reader shown in drawing 17 , as shown in drawing 20 , by carrying out the comparison operation of the optical reinforcement of s-polarized light component 7S and p-polarized light component 7P, a noise is canceled and the coincidence and the inequality for every address can be detected more to high degree of accuracy.

[0149] According to this optical search method and optical retrieval equipment, where the data for retrieval are written in the space optical modulator 30 of the optical retrieval head 60 While moving the optical retrieval head 60 on the recording track currently formed in concentric circular [ of an optical recording medium 10 ] By rotating an optical recording medium 10 by the motor 69, it is high-speed and highly precise, and only the two-dimensional data which are in agreement with the data for retrieval can be picked out from the optical recording medium 10 with which the data of a large quantity are recorded. And since it can set up arbitrarily [ the data for retrieval used as a collating part ], and easily, the data of arbitration can be searched easily.

[0150]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to the optical recording medium of invention of claim 1, it is suitable for read-out and retrieval of high density and high-speed record, high-speed rewriting that does not require an elimination process, a high speed, and high degree of accuracy.

[0151] While being able to rewrite data at a high speed according to claims 7 and 8, the optical recording approach of invention of 13, or optical recording equipment, without being able to record data on high density and a high speed, and requiring an elimination process at the time of data rewriting, S/N in the case of read-out and retrieval becomes high, and does not need the special or complicated coding approach, either.

[0152] According to claim 22, the optical reading approach of invention of 31, or the optical reader, the data currently recorded on this can be read from an optical recording medium to a high speed and high degree of accuracy.

[0153] According to claim 38, the optical search method of invention of 41, or optical retrieval equipment, the data of arbitration needed from the optical recording medium with which the data of a large quantity are recorded can be searched to easy, and a high speed and high degree of accuracy.

[0154] Therefore, the optical recording medium of this invention, the optical recording approach, optical recording equipment, the optical reading approach, an optical reader, an optical search method, and optical retrieval equipment are suitable for a computer filling system etc.

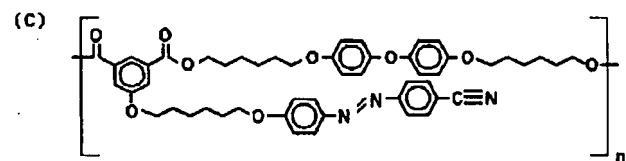
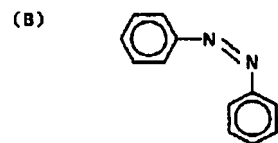
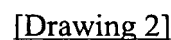
---

[Translation done.]

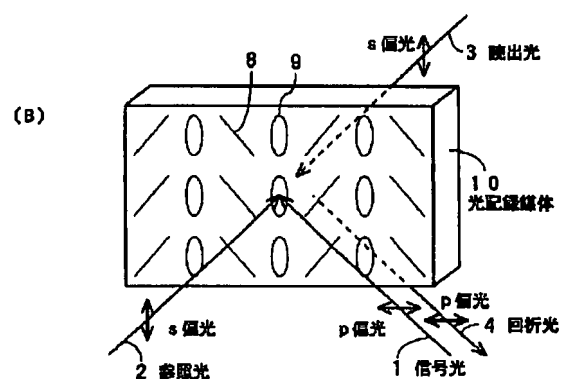
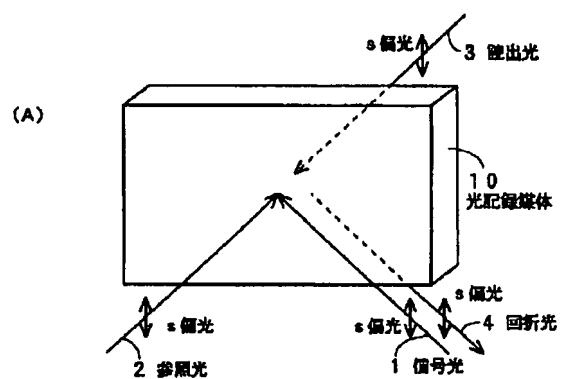
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

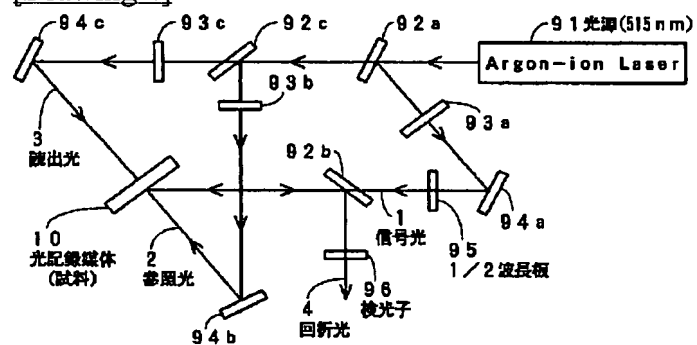
[Drawing 1]



[Drawing 3]

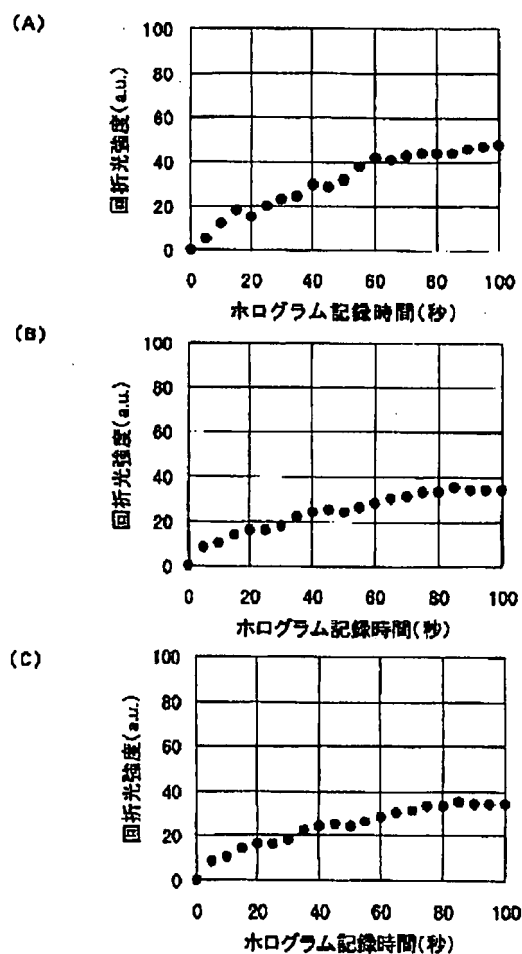


[Drawing 4]

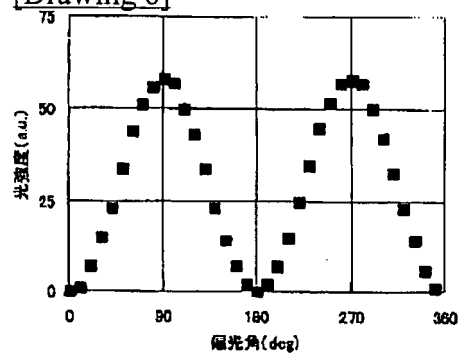


[Drawing 5]

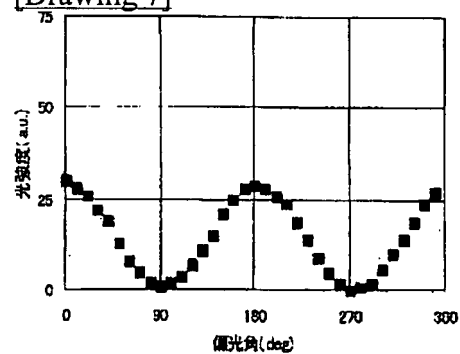




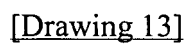
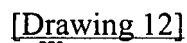
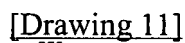
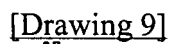
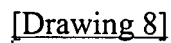
[Drawing 6]

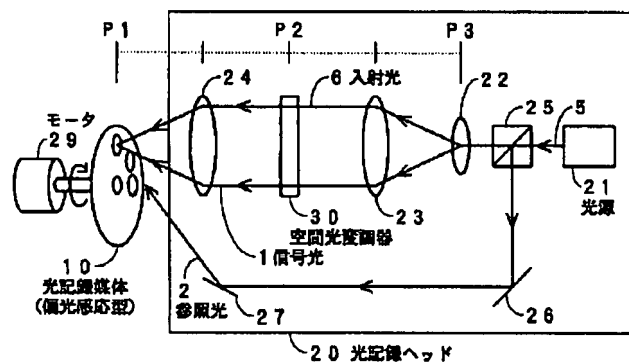


[Drawing 7]

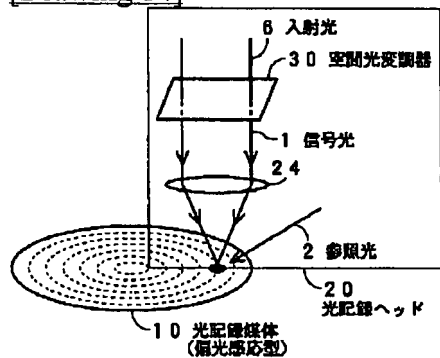


[Drawing 10]

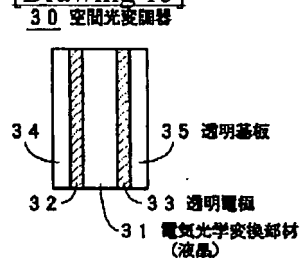




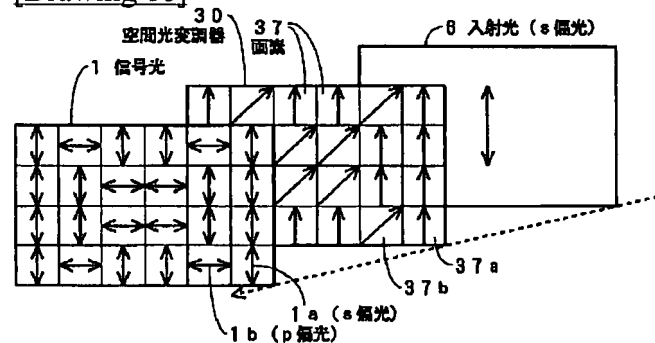
[Drawing 14]



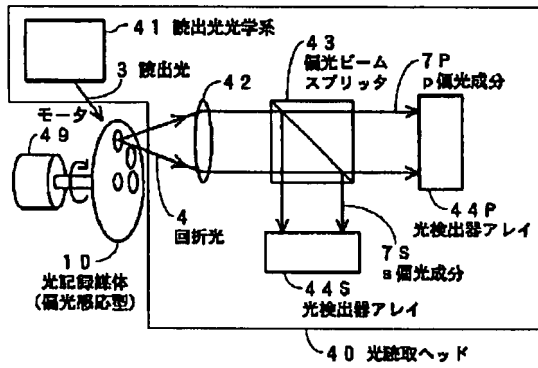
[Drawing 15]



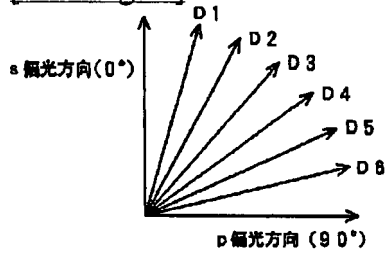
[Drawing 16]



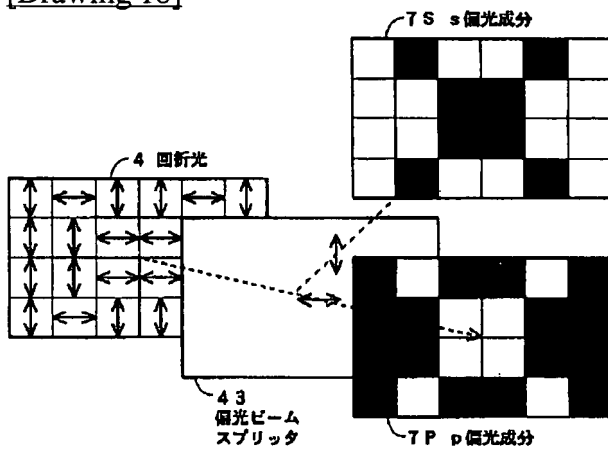
[Drawing 17]



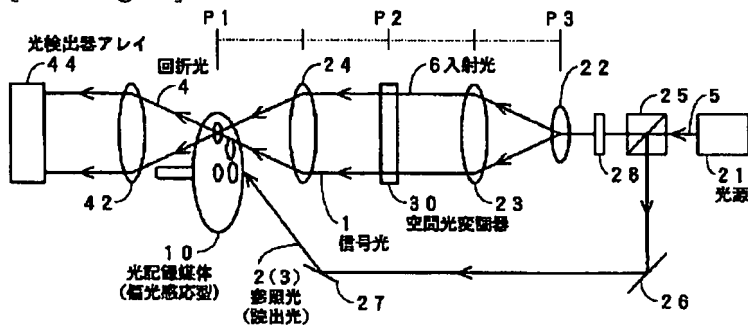
[Drawing 22]



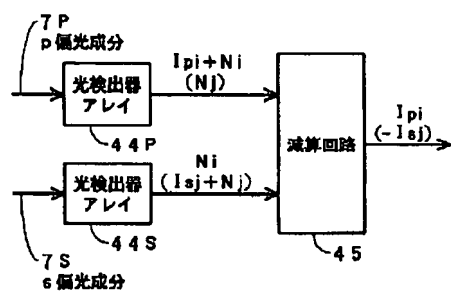
[Drawing 18]



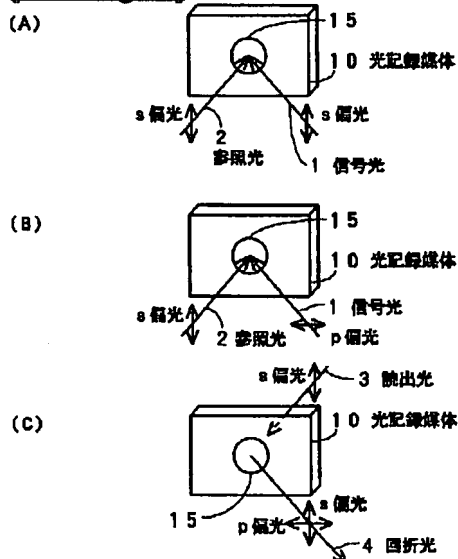
[Drawing 19]



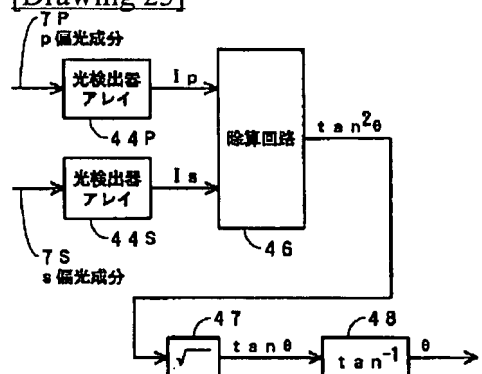
[Drawing 20]



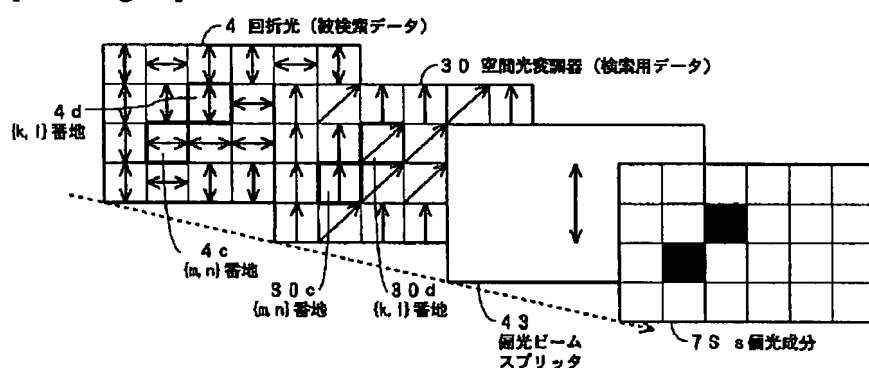
[Drawing 21]



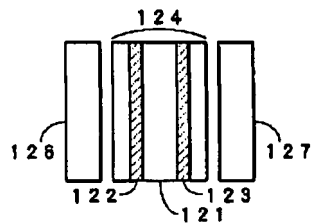
[Drawing 23]



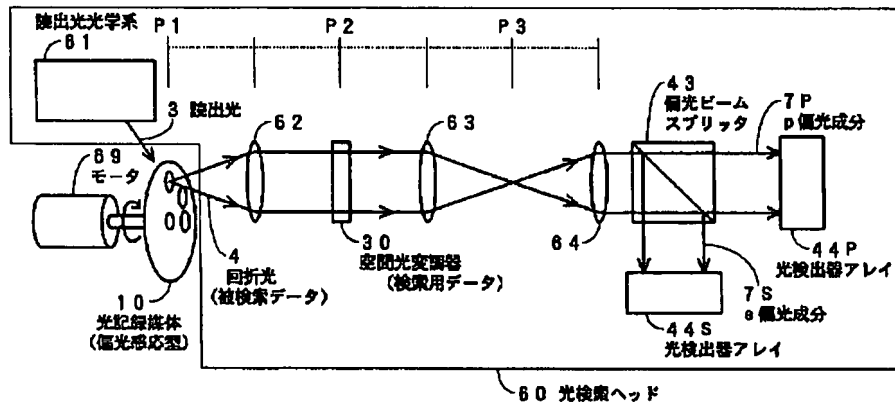
[Drawing 25]



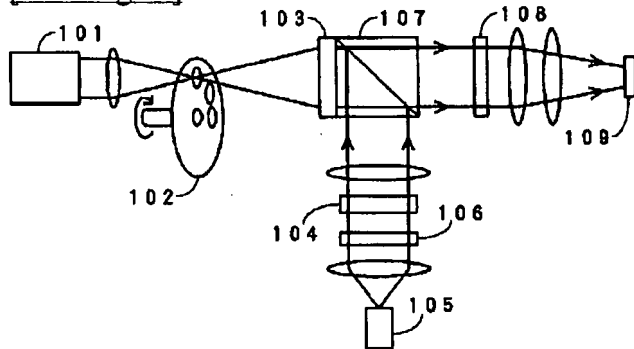
[Drawing 28]



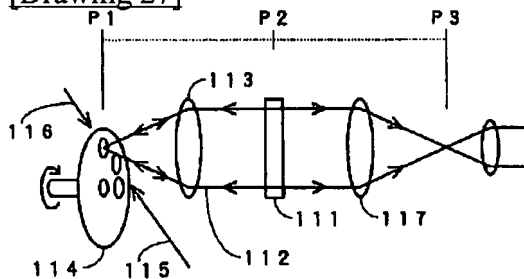
[Drawing 24]



[Drawing 26]



[Drawing 27]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-340479

(43) 公開日 平成10年(1998)12月22日

(51) Int. CL <sup>6</sup>	識別記号	P 1
G 1 1 B 7/24	5 2 2	G 1 1 B 7/24 5 2 2 A
	5 0 1	5 0 1 Z
G 0 2 B 1/08		G 0 2 B 1/08
5/30		5/30
G 0 3 H 1/02		G 0 3 H 1/02

審査請求 未請求 請求項の数47 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

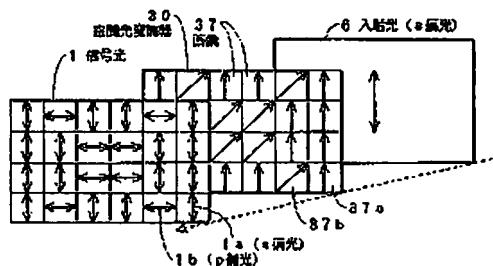
(21) 出願番号	特願平10-32834	(71) 出願人	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂二丁目17番22号
(22) 出願日	平成10年(1998)2月16日	(72) 発明者	河野 克典 神奈川県足柄上郡中井町430 グリーン テクなかい富士ゼロックス株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平9-94194	(72) 発明者	西片 康成 神奈川県足柄上郡中井町430 グリーン テクなかい富士ゼロックス株式会社内
(32) 優先日	平9(1997)4月11日	(72) 発明者	石井 努 神奈川県足柄上郡中井町430 グリーン テクなかい富士ゼロックス株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 佐藤 正栄

(54) 【発明の名称】 光記録媒体、光記録方法、光記録装置、光読取方法、光読取装置、光検索方法、光検索装置

## (57) 【要約】

【課題】 データを高密度かつ高速に記録することができ、データ書き換え時には消去プロセスを要することなくデータを高速に書き換えることができるようにするとともに、そのような記録に適する光記録媒体を提供する。

【解決手段】 光記録媒体は、少なくとも一面側に、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルのように光誘起複屈折性を示す偏光感応層を形成したものとす。空間光変調器30は、偏光変調が可能なものとし、それぞれの画素に2次元データの対応するビットの情報を電圧印加の有無として与えることによって、それぞれの画素に入射する光の偏光を変調させ、空間光変調器30を通過した信号光1として、2次元データに対応した空間偏光分布を有するものを得る。この信号光1を上記の光記録媒体に照射すると同時に、光記録媒体の信号光1が照射される領域に参照光を照射する。これによって、2次元データに対応した信号光1の偏光分布がホログラムとして光記録媒体に記録される。



1	(2) 特開平10-340479 2
<p>【特許請求の範囲】</p> <p>【請求項1】全体としてシート状に形成された光透過性材料からなり、少なくとも一面側に光誘起複屈折性を示す偏光応答層を有する光記録媒体。</p> <p>【請求項2】請求項1の光記録媒体において、前記偏光応答層が、側鎖に光異性化する基を有する高分子または高分子液晶である光記録媒体。</p> <p>【請求項3】請求項1の光記録媒体において、前記偏光応答層が、光異性化する分子を分散させた高分子である光記録媒体。</p> <p>【請求項4】請求項2または3の光記録媒体において、前記光異性化する基または分子がアゾベンゼン骨格を含むものである光記録媒体。</p> <p>【請求項5】請求項2～4のいずれかの光記録媒体において、前記高分子または高分子液晶が、ポリエステル群から選ばれた少なくとも1種のモノマー重合体である光記録媒体。</p> <p>【請求項6】請求項1～5のいずれかの光記録媒体において、当該光記録媒体がディスク形状である光記録媒体。</p> <p>【請求項7】偏光変調可能な空間光変調器によって、空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光を得、その信号光と参照光を同時に光記録媒体に照射することによって、その光記録媒体中に前記信号光の偏光分布をホログラムとして記録する光記録方法。</p> <p>【請求項8】偏光変調可能な空間光変調器によって、空間偏光分布によりデータ情報を保持する新たな信号光を得、その新たな信号光と参照光を同時に、前の信号光の偏光分布がホログラムとして記録されている光記録媒体に照射することによって、その光記録媒体から前の信号光の偏光分布を消去すると同時に、その光記録媒体中に新たな信号光の偏光分布をホログラムとして記録する光記録方法。</p> <p>【請求項9】請求項7または8の光記録方法において、前記データ情報に応じて前記信号光の偏光角を回転させる光記録方法。</p> <p>【請求項10】請求項7または8の光記録方法において、前記ホログラムに多重させて、前記信号光または参照光の偏光方向を変えて、光強度分布または位相分布によりデータ情報を保持するホログラムを、前記光記録媒体の同一領域に記録する光記録方法。</p> <p>【請求項11】請求項10の光記録方法において、前記信号光および参照光の偏光方向を、互いに平行な方向と互いに直交する方向の2通りとする光記録方法。</p> <p>【請求項12】請求項7～11のいずれかの光記録方法において、前記光記録媒体がディスク形状であり、前記光記録媒体を回転させるとともに、前記空間光変調器を含む光記録</p>	<p>ヘッドを前記光記録媒体の径方向に移動させる光記録方法。</p> <p>【請求項13】コヒーレント光を発する光源と、データ情報に応じて前記光源からの光を偏光変調して、空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光を得る空間光変調器と、前記信号光を光記録媒体に照射する結像光学系と、前記光源からの光から、前記光記録媒体に照射する参照光を得る参照光光学系と、を備える光記録装置。</p> <p>【請求項14】請求項13の光記録装置において、前記空間光変調器は前記データ情報に応じて前記信号光の偏光角を回転させる光記録装置。</p> <p>【請求項15】請求項13または14の光記録装置において、前記空間光変調器が透明電極で挟まれた電気光学変換部材である光記録装置。</p> <p>【請求項16】請求項15の光記録装置において、前記電気光学変換部材が液晶である光記録装置。</p> <p>【請求項17】請求項13～16のいずれかの光記録装置において、前記光記録媒体がディスク形状であり、当該光記録装置が、前記光記録媒体を回転させる媒体駆動機構と、前記光源、空間光変調器、結像光学系および参照光光学系を含む光記録ヘッドを前記光記録媒体の径方向に移動させるヘッド移動機構とを備える光記録装置。</p> <p>【請求項18】請求項13～17のいずれかの光記録装置において、当該光記録装置が前記光記録媒体を内蔵した光記録装置。</p> <p>【請求項19】空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体。</p> <p>【請求項20】請求項19の光記録媒体において、前記ホログラムに多重されて、前記信号光または参照光の偏光方向が変えられて、光強度分布または位相分布によりデータ情報を保持するホログラムが、当該光記録媒体の同一領域に記録されている光記録媒体。</p> <p>【請求項21】請求項19または20の光記録媒体において、当該光記録媒体がディスク形状である光記録媒体。</p> <p>【請求項22】空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体に読出光を照射して、前記ホログラムからの回折光の偏光分布により前記データ情報を読み取る光読取方法。</p> <p>【請求項23】請求項22の光読取方法において、前記読出光の偏光方向を前記参照光の偏光方向と同一にする光読取方法。</p> <p>【請求項24】請求項23の光読取方法において、</p>



(3)

特開平10-340479

3

4

前記読出光を前記参照光の入射方向と対向する方向から前記光記録媒体に入射させる光読取方法。

【請求項25】請求項22～24のいずれかの光読取方法において、  
偏光子または波長板により前記回折光の偏光方向を矯正することによって、偏光方向が前記信号光の偏光方向と一致した回折光を得る光読取方法。

【請求項26】請求項22～25のいずれかの光読取方法において、  
前記回折光を互いに直交する2つの偏光成分に分離し、両者の光強度を比較演算して、その結果を読出力とする光読取方法。

【請求項27】回転させられた偏光角によりデータ情報を保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体に読出光を照射し、前記ホログラムからの回折光を互いに直交する2つの偏光成分に分離し、両者の光強度を比較演算して、その結果により前記データ情報を読み取る光読取方法。

【請求項28】空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されているとともに、このホログラムに多重されて、前記信号光または参照光の偏光方向が変えられて、光強度分布または位相分布によりデータ情報を保持するホログラムが、同一領域に記録されている光記録媒体に、直線偏光の読出光を照射し、前記同一領域からの回折光の所望の偏光成分を取り出すことによって、前記複数のホログラムから所望のホログラムを分離して読み出す光読取方法。

【請求項29】空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されているとともに、前記信号光および参照光の偏光方向が、互いに平行な方向と互いに直交する方向の2通りとされて、前記ホログラムに多重されて、光強度分布または位相分布によりデータ情報を保持するホログラムが、同一領域に記録されている光記録媒体に、偏光方向が前記参照光の偏光方向と一致した読出光を照射し、前記同一領域からの回折光の前記信号光と同一の偏光成分を取り出すことによって、前記複数のホログラムから所望のホログラムを分離して読み出す光読取方法。

【請求項30】請求項22～29のいずれかの光読取方法において、  
前記光記録媒体がディスク形状であり、前記光記録媒体を回転させるとともに、前記読出光の光学系を含む光読取ヘッドを前記光記録媒体の径方向に移動させる光読取方法。

【請求項31】空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体に読出光を照射する読出光光学系と、前記ホログラムからの回折光の偏光分布を検出する偏光ビームスプリッタおよび光検出器と、

を備える光読取装置。

【請求項32】請求項31の光読取装置において、  
前記読出光光学系は、前記読出光の偏光方向を前記参照光の偏光方向と同一にする光読取装置。

【請求項33】請求項32の光読取装置において、  
前記読出光光学系は、前記読出光を前記参照光の入射方向と対向する方向から前記光記録媒体に入射させる光読取装置。

【請求項34】請求項31～33のいずれかの光読取装置において、  
前記偏光ビームスプリッタは、前記回折光を互いに直交する2つの偏光成分に分離し、前記光検出器は、その分離された2つの偏光成分を別個に検出する2つの光検出器からなる光読取装置。

【請求項35】請求項34の光読取装置において、  
当該光読取装置は、前記2つの光検出器の検出力を比較演算する比較演算部を備える光読取装置。

【請求項36】請求項31～35のいずれかの光読取装置において、  
前記光記録媒体がディスク形状であり、当該光読取装置が、前記光記録媒体を回転させる媒体駆動機構と、前記読出光光学系、偏光ビームスプリッタおよび光検出器を含む光読取ヘッドを前記光記録媒体の径方向に移動させるヘッド移動機構とを備える光読取装置。

【請求項37】請求項31～36のいずれかの光読取装置において、  
当該光読取装置が前記光記録媒体を内蔵した光読取装置。

【請求項38】空間偏光分布により検索データを保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体に読出光を照射し、前記ホログラムからの回折光を、検索データに応じて偏光変調する空間光変調器に透過させて、その透過光の偏光分布によって、前記検索データと前記検索データとの間の一致・不一致を検出する光検索方法。

【請求項39】空間偏光分布により検索データを保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体に読出光を照射し、前記ホログラムからの回折光を、検索データに応じて偏光変調する空間光変調器に透過させて、その透過光の偏光分布によって、前記検索データと前記検索データとの間の相関を検出する光検索方法。

【請求項40】請求項38または39の光検索方法において、  
前記光記録媒体がディスク形状であり、前記光記録媒体を回転させるとともに、前記空間光変調器を含む光検索ヘッドを前記光記録媒体の径方向に移動させる光検索方法。

【請求項41】空間偏光分布により検索データを保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録され

(4)

特開平10-340479

5

6

ている光記録媒体に読出光を照射する読出光光学系と、前記ホログラムからの回折光を検索用データに応じて偏光変調する空間光変調器と、この空間光変調器からの透過光の偏光分布を検出する偏光ビームスプリッタおよび光検出器と、を備える光検索装置。

【請求項42】請求項41の光検索装置において、前記偏光ビームスプリッタは、前記透過光を互いに直交する2つの偏光成分に分離し、前記光検出器は、その分離された2つの偏光成分を別個に検出する2つの光検出器からなる光検索装置。

【請求項43】請求項42の光検索装置において、当該光検索装置は、前記2つの光検出器の検出出力を比較演算する比較演算部を備える光検索装置。

【請求項44】請求項41～43のいずれかの光検索装置において、前記空間光変調器が透明電極で挟まれた電気光学変換部材である光検索装置。

【請求項45】請求項44の光検索装置において、前記電気光学変換部材が液晶である光検索装置。

【請求項46】請求項41～45のいずれかの光検索装置において、前記光記録媒体がディスク形状であり、当該光検索装置が、前記光記録媒体を回転させる媒体駆動機構と、前記読出光光学系、空間光変調器、偏光ビームスプリッタおよび光検出器を含む光検索ヘッドを前記光記録媒体の径方向に移動させるヘッド移動機構とを備える光検索装置。

【請求項47】請求項41～46のいずれかの光検索装置において、当該光検索装置が前記光記録媒体を内蔵した光検索装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、データ情報を光記録媒体に記録し、光記録媒体から読み出し、光記録媒体から検索する方法および装置、およびデータ情報が記録される、または記録された光記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】相変化型や光磁気型など、書き換え可能な光ディスクは、すでに広く普及している。これらの光ディスクは、一般の磁気ディスクに比べれば、記録密度は一倍以上高いが、画像情報のデジタル記録には、いまだ十分ではない。記録密度を高めるためには、ビームスポット径を小さくして、隣接トラックまたは隣接ビットとの距離を短くするなどの必要がある。

【0003】このような技術の開発によって実用化されつつあるものに、DVD-ROMがある。DVD-ROMは、直径12cmのディスクに片面で4.7GByteのデータを収容できる。書き込み・消去が可能なDV

D-RAMは、相変化方式によって、直径12cmのディスクに片面で5.2GByteの高密度記録が可能である。これは、読み出し専用であるCD-ROMの7倍以上、フロッピーディスクの3600枚以上、に相当する。

【0004】このように光ディスクの高密度化・大容量化は年々進んでいる。しかし、その一方で、上記の光ディスクは面内にデータを記録するため、その記録密度は光の回折限界に制限され、高密度記録の物理的限界と言われる5Gbit/cm<sup>2</sup>に近づいている。したがって、更なる大容量化のためには、奥行き方向を含めた3次元（体積型）記録が必要となる。

【0005】体積型の光記録媒体の材料としては、フォトリソ材料やフォトリフレクティブ材料などが挙げられる。これらの材料は、比較的弱い光を吸収して屈折率変化を生じるため、光誘起屈折率変化による情報記録が可能である。このため、大容量化が可能な多重ホログラム記録に用いることができる。

【0006】フォトリソ材料を用いて高密度記録した例として、「SPIE Vol. 2514, 355」には、参照光に球面波を用い、ディスク形状に加工したDuPont製150-100photopolymerを回転させて、シフト多重ホログラムを記録し、現在用いられているCDの記録密度の10倍以上の記録密度（～10bit/μm<sup>2</sup>）を達成したことが示されている。

【0007】また、フォトリフレクティブ材料を用いて高密度記録した例として、「OPTICAL ENGINEERING Vol. 34, (1995) 2193」には、10×10×22mmの大きさのFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>結晶に、2万ページのホログラムを多重記録し、約1GByteの記録を達成したことが報告されている。

【0008】ホログラフィックメモリは、このように大容量のデータを記録できることに加えて、2次元的にデータの記録および読み出しができることから、高速のデータ記録やデータ読み出し、高速のデータ検索やデータ相関検出、高速のデータ転送も、可能である。具体的に、特開平3-149660号では、以下のようなデータ検索方法が提案されている。

【0009】図26は、その検索方法を示す。この方法では、レーザ101からのレーザ光によって光メモリ102から、これにホログラフィックに記録されている2次元の被検索データを読み出し、そのデータパターン像を光アドレス型の空間光変調器103に書き込むとともに、LCD（液晶ディスプレイ）構成の電気アドレス型の空間光変調器104に2次元の検索用データを書き込む。

【0010】そして、レーザ105からのレーザ光を読出光として、検光子106を通じてLCD構成の電気ア

(5)

特開平10-340479

7

8

ドレス型の空間光変調器104に照射して、その偏光状態を検索用データに応じて変え、その透過光をハーフミラープリズム107で反射させて、光アドレス型の空間光変調器103の読出面に結像させる。

【0011】したがって、空間光変調器103において画素ごとに被検索データに応じて読出光の偏光状態が変えられ、その読出光を検光子108を通じて光検出器アレイ109に入射させて、光検出器アレイ109で複数の画素からの読出光の有無を一括して検知することによって、被検索データと検索用データとの間の複数ビットの一致・不一致を一括して検出することができる。

【0012】また、「A. Kutanov and Y. Ichioka: Conjugate image Plane Correlator with Holographic Disk Memory, OPTICAL REVIEW Vol. 3, No. 4 (1996) 258-263」には、以下のようなデータ記録方法およびデータ相関検出方法が記載されている。

【0013】図27は、その記録方法および相関検出方法を示す。この方法では、記録時には、記録しようとする2次元データをLCD構成の電気アドレス型の空間光変調器111に表示し、空間光変調器111を通過した2次元の振幅分布を有する信号光112を、フーリエ変換レンズ113によってフーリエ変換面P1にフーリエ変換して光メモリ114に照射し、同時に参照光115を光メモリ114に照射して、光メモリ114に2次元データをフーリエ変換ホログラムとして記録する。

【0014】相関を検出する場合には、LCD構成の電気アドレス型の空間光変調器111に2次元の検索用データを表示するとともに、記録時の参照光115と共役な関係にある読出光116を光メモリ114に照射して、光メモリ114から2次元の被検索データのホログラムを読み出し、その読み出したホログラムを、フーリエ変換レンズ113によって逆フーリエ変換面P2に逆フーリエ変換して空間光変調器111に入射させる。

【0015】したがって、空間光変調器111の透過光は、検索用データと被検索データの光学的積となり、検索用データと被検索データが一致した場合には、フーリエ変換レンズ117のフーリエ変換面P3に強い相関ピークが現れ、これを検出することによって2次元画像などの相関を知ることができる。

【0016】なお、ホログラムの書き換えが可能な光記録媒体として、特開平2-280116号には、高分子液晶材料からなる光記録媒体が示され、特開平4-30192号には、相変化材料からなる光記録媒体が示されている。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、近年、大容量化・高速化のためにホログラフィックメモリが注目され、図26に示したような検索方法、および図2

7に示したような記録方法および相関検出方法も提案されている。また、高密度記録のためにS/Nを向上させることも研究されており、光情報処理技術も応用されつつある。

【0018】しかしながら、図26に示した従来の検索方法、および図27に示した従来の記録方法および相関検出方法は、電気アドレス型の空間光変調器104または111としてLCD構成の振幅（強度）変調型のものを用いるため、以下のような問題がある。

【0019】空間光変調器104または111のようなデータを表示するLCDは、図28に示すように、電気光学変換部材の一つである液晶セル121の両面に電極122、123を有する液晶セル124の両側に、偏光子126、127が配置される。偏光子126、127としては、小型軽量化が容易な2色性偏光子が用いられるが、その透過軸方向の透過率は70～80%と低いため、2枚合わせると、およそ50%の透過損失を生じる。

【0020】そのため、このようなLCD構成の空間光変調器を用いてデータの記録および読み出しを行う場合には、記録時と読取時の両方で光強度が小さくなってS/Nが劣化し、ホログラム記録密度の低下や検索精度の低下を生じる。また、信号強度を上げるためにレーザーパワーを上げると、レーザーの寿命が低下する問題を生じる。

【0021】ホログラフィックメモリにおけるデータの記録・読み出しにおいては、BER (bit error rate) を決定するノイズ要因として、(1) LCDやフォトディテクタアレイなどの光検出器アレイなど、ホログラムの品質によらないノイズ、(2) 隣り合うホログラムからの回折光（ページ間クロストーク）、(3) 同一ホログラム内での画素間クロストーク、(4) 結晶や光学系の不完全さに起因する回折効率のページ間およびページ内の揺らぎ、が挙げられる。

【0022】振幅（強度）変調による情報記録は、このように様々なノイズの影響を受けやすく、信号強度とこれらのノイズとの比（S/N）が記録媒体中の記録密度を左右する。そこで、他のファイルシステムと同様に、BERを低く抑えるため、いくつかの符号化が試みられている。

【0023】例えば、[明、暗]が[0、1]に対応する2次元データをホログラムに多重記録する場合には、データによって記録時の信号光の全光強度が一定に保たれないため、回折効率の揺らぎに起因するクロストークを生じる。この問題を回避するため、[暗明]を[0]、[明暗]を[1]に対応させる差分コーディング法が用いられる。しかし、この場合、符号化の比率が0.5となり、画素の利用効率が低くなる。

【0024】上述したように、振幅変調型の空間光変調器をデータ入力やデータ検索に用いる場合には、光の利

9

用効率が低い。S/Nの劣化を生じる。特殊なコーディング方法を必要とする、などの問題がある。このため、ホログラフィックメモリの特徴の一つである高密度記録を十分に達成できていないのが現状である。

【0025】さらに、図26に示した従来のデータ検索方法は、(1)高価な光アドレス型の空間光変調器103を必要とする。(2)光アドレス型の空間光変調器103と電気アドレス型の空間光変調器104を非常に高い精度でアライメントする必要がある。(3)光メモリ102にホログラムを記録するには別の空間光変調器を必要とする、などの問題がある。

【0026】また、図27に示した従来の記録方法および相関検出方法は、上記(1)～(3)の問題は回避できるが、相関ピークの有無によって相関を検出するため、データ間の相関値を求めることはできるものの、高密度の複雑なデータ間のビットごとの一致・不一致を検出することはできないという重大な問題がある。そのため、検索可能なコンピュータ・ファイリングシステムとしては適さない。

【0027】また、ホログラフィックメモリの書き換え可能性については、代表的なフォトリフラクティブ材料として知られる、 $\text{Ba}_2\text{Tl}_2\text{O}_3$ 、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{SBN}$  ( $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Nb}_2\text{O}_6$ ) などや、上述した特開平2-280116号に示された高分子液晶材料、および特開平4-30192号に示された相変化材料は、いずれも、ホログラムの書き換えを行うことができる。

【0028】しかしながら、これら従来の光記録媒体、およびこれを用いた光記録方法では、原理的に、光強度の強いところでは何らかの材料変化を生じさせ、光強度の弱いところでは材料変化を生じさせないことによつて、データの記録を行うので、データ書き換え時に消去プロセスなしに書き換えをしようとすると、前のデータ内容が強い光強度によって材料変化を生じさせる内容で、新たなデータ内容が弱い光強度によって材料変化を生じさせない内容となる領域では、材料変化を生じた前のデータ内容がそのまま残ってしまつて、データの書き換えが行われないことになってしまう。

【0029】そのため、データ書き換え時には、光記録媒体の全面にレーザ光を照射するなどの消去プロセスによって、記録されている前のデータを一旦消去した上で、新たなデータを書き込む必要があり、データ書き換えに時間がかかって、ホログラフィックメモリの利点の一つである高速性が減殺されてしまう。

【0030】以上の点から、この発明は、データを高密度かつ高速に記録することができるとともに、データ書き換え時には消去プロセスを要することなくデータを高速に書き換えることができる光記録方法および光記録装置を提供するものである。

【0031】また、この発明は、光記録媒体から、これに記録されているデータを高速かつ高精度に読み出すこ

(6)

特開平10-340479

10

とができる光読取方法および光読取装置を提供するものである。

【0032】また、この発明は、大量のデータが記録されている光記録媒体から必要とする任意のデータを容易かつ高速・高精度に検索することができる光検索方法および光検索装置を提供するものである。

【0033】さらに、この発明は、高密度かつ高速の記録、消去プロセスを要しない高速の書き換え、高速かつ高精度の読み出しおよび検索に適した光記録媒体を提供するものである。

【0034】

【課題を解決するための手段】この発明の光記録媒体は、光透過性材料によって全体としてシート状に形成し、その少なくとも一面側に光誘起複屈折性を示す偏光感応層を設けたものである。

【0035】この発明の光記録方法では、偏光変調可能な空間光変調器によって、空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光を得、その信号光と参照光を同時に光記録媒体に照射することによって、その光記録媒体中に前記信号光の偏光分布をホログラムとして記録する。

【0036】この発明の光読取方法では、空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体に読出光を照射して、前記ホログラムからの回折光の偏光分布により前記データ情報を読み取る。

【0037】この発明の光検索方法では、空間偏光分布により被検索データを保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体に読出光を照射し、前記ホログラムからの回折光を、検索用データに応じて偏光変調する空間光変調器に透過させて、その透過光の偏光分布により、前記被検索データと前記検索用データとの間の一致・不一致を検出する。

【0038】

【作用】通常のホログラムは、信号光と参照光の2光波干渉による光強度分布を光記録媒体中に屈折率または吸収率の変化として記録する。このため、信号光と参照光の偏光方向は平行である必要があり、ホログラムを記録する場合、光の振幅情報と位相情報は記録できるが、偏光方向については一方向に制限される。そのため、従来のホログラム記録やデータ検索では、上述したように振幅変調型の空間光変調器を用いる。

【0039】これに対して、光誘起複屈折性(光誘起2色性または光誘起異方性とも呼ばれる)を示す材料は、これに入射する光の偏光状態に感応し、入射光の偏光方向を記録することができる。発明者は、実験研究の結果、後述するように、そのような材料の中でも記録特性に優れたものが存在することを見出した。

【0040】この点に着目して、この発明では、上述したように、光透過性材料によって全体としてシート状に形成し、その少なくとも一面側に光誘起複屈折性を示す

(7)

特開平10-340479

11

偏光感応層を設けて、光記録媒体を構成する。以下、この発明による、このような光記録媒体を、偏光感応型の光記録媒体と称する。

【0041】この偏光感応型の光記録媒体では、信号光と参照光の偏光方向が直交するとき、2光波による偏光分布に対応した光誘起複屈折によるホログラムを記録することができる。この明細書では、このようなホログラムを、通常の光強度分布によるホログラムに対して、偏光ホログラムと称する。そして、この偏光ホログラムに対して記録時の参照光と偏光方向が同一の読出光を照射すると、信号光の偏光方向が保存された回折光が得られる。

【0042】この点に着目して、上述したように、この発明の光記録方法では、偏光変調可能な空間光変調器によって、空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光を得、その信号光と参照光を同時に光記録媒体に照射することによって、その光記録媒体中に前記信号光の偏光分布をホログラムとして記録するものであり、また、この発明の光読取方法では、このように空間偏光分布によりデータ情報を保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体に読出光を照射して、前記ホログラムからの回折光の偏光分布により前記データ情報を読み取るものである。

【0043】また、上記の点に着目して、上述したように、この発明の光検索方法では、空間偏光分布により被検索データを保持する信号光が、参照光によりホログラムとして記録されている光記録媒体に読出光を照射し、前記ホログラムからの回折光を、検索用データに応じて偏光変調する空間光変調器に透過させて、その透過光の偏光分布により、前記被検索データと前記検索用データとの間の一致・不一致を検出するものである。

【0044】偏光変調可能な空間光変調器は偏光板を持たないものとして構成できるので、空間光変調器での光損失がないとともに、信号光は空間偏光分布によりデータ情報を保持するので、信号光の光強度分布が一定となる。したがって、この発明の光記録方法によれば、信号光のS/Nの劣化を防止することができ、データを高密度かつ高速に記録することができる。

【0045】これによって、この発明の光読取方法によれば、光記録媒体からこれに記録されているデータを高速かつ高精度に読み出すことができ、この発明の光検索方法によれば、大量のデータが記録されている光記録媒体から必要とする任意のデータを容易かつ高速・高精度に検索することができる。

【0046】さらに、発明者は、実験研究の結果、後述するように、この発明の光記録方法によってデータを偏光ホログラムとして光記録媒体に記録した場合には、その光記録媒体の全面にレーザ光を照射するなどの消去プロセスによって、その記録されている前のデータを一旦消去しなくても、この発明の光記録方法によって、その

12

光記録媒体に新たなデータを偏光ホログラムとして書き込めることを見出した。

【0047】したがって、上述した、この発明の光記録方法によれば、データ書き換え時には消去プロセスを要することなくデータを高速に書き換えることができる。

【0048】

【発明の実施の形態】

【光記録媒体の実施形態と記録・読み出し・書き換えの原理】図1(A)は、この発明の光記録媒体の一実施形態を示し、ガラス基板などの透明基板11の一面側に光誘起複屈折性を示す偏光感応層12を形成して、上述した偏光感応型の光記録媒体10を構成する。この場合、記録時の信号光1および参照光2は、図示するように偏光感応層12側から照射する。

【0049】体積型(3次元)の記録を実現するには、偏光感応層12の厚みは、少なくとも100nm程度必要であるとともに、大きい方が望ましい。その厚みを1mmにすると、CD-ROMの100枚程度の記録容量を得ることができる。

【0050】図1(B)は、この発明の光記録媒体の他の実施形態を示し、光記録媒体10全体を光誘起複屈折性を示す偏光感応層12で形成する場合である。この場合の偏光感応層12、すなわち光記録媒体10の厚みは、図1(A)の偏光感応層12の厚みと同じにする。

【0051】図1(A)(B)のいずれの場合においても、光記録媒体10は全体としてシート状に、すなわち厚みに比べて十分大きな並がりをも有するように、形成する。また、光記録媒体10は、ディスク形状などの形状とする。

【0052】偏光感応層12は、光誘起複屈折性を示し、上記の偏光ホログラムを記録できる材料であれば、どのようなものでもよいが、好ましい例として、側鎖に光異性化する基を有する高分子または高分子液晶、または光異性化する分子を分散させた高分子を用いることができる。また、その光異性化する基または分子としては、例えば、アゾベンゼン骨格を含むものが好適である。

【0053】アゾベンゼンは、光の照射によってトランス型の光異性化を示す。トランス型になると、分子構造は図2(A)に示す化学式のようになり、シス型になると、分子構造は図2(B)に示す化学式のようになる。

【0054】このような光異性化のため、アゾベンゼンは、光励起される前は、トランス型が多く存在し、光励起された後は、シス型が多く存在するようになる。さらに、アゾベンゼンに直線偏光の光を照射すると、光異性化に方向性を生じ、吸収率や屈折率に方向性が現れる。一般に、これらの性質は、光誘起複屈折性、光誘起2色性、または光誘起異方性と呼ばれている。また、円偏光または無偏光の光を照射することによって、これら励起

(8)

特開平10-340479

13

された異方性を消去することができる。

【0055】このアゾベンゼンを側鎖に有する高分子または高分子液晶、またはアゾベンゼンを分散させた高分子を、偏光感應層12として備える光記録媒体10に、ホログラムを記録する場合、それぞれコヒーレントな信号光1および参照光2を、光記録媒体10の同一領域に同時に照射する。

【0056】この場合、信号光1と参照光2の偏光方向が互いに平行なとき、例えば、図3(A)に示すように、信号光1と参照光2がともにs偏光のときには、光記録媒体10中に、信号光1と参照光2の2光波干渉により光強度分布を生じる。そして、光強度の強いところでは、アゾベンゼンが強く光励起されて、シス型が多くなり、逆に光強度の弱いところでは、シス型が少なくなる。したがって、光強度分布に対応した吸収率または屈折率の格子がホログラムとして形成される。

【0057】これに対して、信号光1と参照光2の偏光方向を互いに直交させたとき、例えば、図3(B)に示すように、信号光1をp偏光とし、参照光2をs偏光としたときには、信号光1と参照光2の偏光方向が互いに平行なときのような光強度分布は生じない。その代わりに、偏光方向が空間的・周期的に変調され、直線偏光部分8と楕円偏光部分9が交互に周期的に現れる。

【0058】この場合、光強度分布は一樣となるが、変調された偏光方向と同一の方向を向くアゾベンゼンが、他の方向を向くアゾベンゼンより、強く光励起される。その結果、直線偏光部分8では、シス型の色素が多く存在することになり、空間的に方向性の異なる吸収率または屈折率の型の格子がホログラムとして形成される。

【0059】以後、図3(A)のように信号光1と参照光2の偏光方向が平行なときの光強度分布によるホログラムを、光強度ホログラムと称し、図3(B)のように信号光1と参照光2の偏光方向が直交するときの偏光分布によるホログラムを、偏光ホログラムと称する。

【0060】このように、アゾベンゼンを側鎖に有する高分子または高分子液晶、またはアゾベンゼンを分散させた高分子を、偏光感應層12として備える光記録媒体10によれば、信号光1と参照光2の偏光方向が平行であっても、直交していても、アゾベンゼンの異方性が誘起される結果、ホログラムを記録することができる。

【0061】このようにホログラムが記録された光記録媒体10に、図3(A)または(B)に示すように、読出光3として、記録時の参照光2の位相共役光、すなわち参照光2と波面が同じで、進行方向が逆の光を照射すると、ホログラムからの回折光4として、記録時の信号光1の位相共役光、すなわち信号光1と波面が同じで、進行方向が逆の光が発生する。

【0062】この場合、図3(A)のように、信号光1と参照光2がともにs偏光のときには、記録されたホログラムは、光強度ホログラム、すなわち光強度分布によ

14

って形成されたものであり、回折光4もs偏光となる。信号光1と参照光2がともにp偏光のときには、同様に回折光4もp偏光となる。

【0063】これに対して、図3(B)のように、信号光1がp偏光、参照光2がs偏光のときには、記録されたホログラムは、偏光ホログラム、すなわち偏光分布によって形成されたものであり、回折光4は信号光1と同じくp偏光となる。信号光1がs偏光、参照光2がp偏光のときには、同様に回折光4は信号光1と同じくs偏光となる。

【0064】信号光1がs偏光成分とp偏光成分を有する場合には、以下ようになる。例えば、信号光1がs偏光成分とp偏光成分が等しい直線偏光(偏光方向はs偏光方向とp偏光方向の双方に対して45°)の場合、光強度ホログラムと偏光ホログラムの回折効率が等しければ、読み出された回折光4の偏光方向は信号光1の偏光方向と同じになる。

【0065】これに対して、光強度ホログラムと偏光ホログラムの回折効率が等しくないときには、s偏光とp偏光の回折効率が異なるため、読み出された回折光4の偏光方向は信号光1の偏光方向と異なるようになる。しかし、この場合、回折光4の光路中に偏光子または波長板を配置することによって、回折光4として信号光1と同じ偏光方向のものを得ることができる。

【0066】偏光感應層12の好ましい例の一つとして、図2(C)に示す化学式で表される、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルを用いることができる。この材料が偏光ホログラムを記録できることを、図4に示す縮退四光波混合の光学系によって確認した。

【0067】光源91として、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルに感度のあるレーザ光を発するアルゴンイオンレーザを用いた。このアルゴンイオンレーザ91からの波長515nmのレーザ光の偏光は、紙面に垂直なs偏光であり、そのレーザ光の一部を、ハーフミラー92aで反射させ、シャッター93aを透過させ、ミラー94aで反射させ、1/2波長板95を透過させて、信号光1を得る。信号光1の偏光方向は、1/2波長板95によって任意に変えることができる。

【0068】その信号光1を、ハーフミラー92bを透過させて、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルからなる、試料となる光記録媒体10に照射すると同時に、ハーフミラー92aを透過したレーザ光の一部を、ハーフミラー92cで反射させ、シャッター93bを透過させ、ミラー94bで反射させて、s偏光の参照光2として光記録媒体10に照射する。この記録時、シャッター93cは閉じておく。

【0069】読み出し時には、シャッター93aおよび93bを閉じ、シャッター93cを開いて、シャッター93cを透過したレーザ光を、ミラー94cで反射させて、s偏光の読出光3として光記録媒体10に照射し、これに

15

より光記録媒体10から読み出された回折光4を、ハーフミラー92bで反射させ、検光子96を透過させて取り出す。回折光4の偏光方向は、検光子96を回転させることによって調べることができる。

【0070】信号光1の光パワーを4mW、ビーム径を約100μm、参照光2の光パワーを100mW、ビーム径を約2mmとして、記録時間を5秒単位で変えてホログラムを記録し、それぞれの記録時間の記録後、ホログラムを読み出した。読出光3の光パワーは200mWとした。読出光3を長い時間照射すると、記録されたホログラムを壊す恐れがあるので、1回の読み出し時の読出光3の照射時間は0.5秒とした。

【0071】図5(A)(B)(C)は、それぞれ信号光1がs偏光、p偏光、45°偏光(s偏光とp偏光の中間)のときの、回折光4の光強度のホログラム記録時間に対する依存性を示す。上述したように、参照光2および読出光3はs偏光である。

【0072】図6から明らかなように、信号光1がいかなる偏光状態であっても、ホログラムを記録することができる。また、回折光4の光強度は、約80秒間の記録で定常状態になることがわかる。さらに、記録されたホログラムは、室温に保存しておく、数週間以上、記録が保持されることが確認できた。

【0073】図6は、図5(A)に示した信号光1がs偏光のときの回折光4の偏光分布を調べた結果を示し、横軸は、検光子96の偏光回転角で、90°および270°がs偏光を示し、縦軸は、検光子96の透過光強度である。これから、検光子96の偏光回転角が90°または270°のときに検光子96の透過光強度が大きくなることがわかる。したがって、信号光1としてs偏光を記録した場合には、読み出されたホログラム回折光4もs偏光となることがわかる。

【0074】図7は、図5(B)に示した信号光1がp偏光のときの回折光4の偏光分布を調べた結果を示し、横軸は、検光子96の偏光回転角で、0°および180°がp偏光を示し、縦軸は、検光子96の透過光強度である。これから、検光子96の偏光回転角が0°または180°のときに検光子96の透過光強度が大きくなることがわかる。したがって、信号光1としてp偏光を記録した場合には、読み出されたホログラム回折光4もp偏光となることがわかる。

【0075】図8は、図5(C)に示した信号光1が45°偏光のときの回折光4の偏光分布を調べた結果を示し、横軸および縦軸は、図6および図7と同じである。これから、検光子96の偏光回転角が140°または320°のときに検光子96の透過光強度が大きくなることがわかる。ホログラム回折光4が信号光1の偏光が保存された位相共役光であれば、検光子96の偏光回転角が135°または315°のときに検光子96の透過光強度が大きくなるので、この場合も、ホログラム回折光

(9)

特開平10-340479

16

4は信号光1の偏光がほぼ保存されていることがわかる。

【0076】5'の偏光角のずれは、光学系、特にハーフミラー92bの偏光特性のためと考えられる。このずれは、ホログラム回折光4の光路中に偏光子または1/2波長板を配置することによって、容易に修正することができる。

【0077】以上の結果から、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルからなる光記録媒体は、信号光の偏光も、ホログラムとして記録し、読み出すことができることがわかる。したがって、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルからなる光記録媒体の同一領域に、信号光の偏光方向を変えて、空間偏光分布によりデータ情報を保持するホログラムと、強度分布または位相分布によりデータ情報を保持するホログラムとを、多重に記録することも可能である。

【0078】さらに、この側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルからなる光記録媒体の同一領域に、参照光の偏光角の違いによる複数のホログラムを多重に記録できるかを調べるために、図4に示した光学系において、参照光2の偏光角を変えてホログラムを記録し、回折光4の偏光状態を調べた。参照光2の偏光角は、参照光2の光路中に配置した1/2波長板(図4では省略)によって変えた。

【0079】図9は、信号光1をp偏光、参照光2をp偏光、読出光3をs偏光としたときの、ホログラム回折光4の偏光角と光強度の関係を示す。回折光4の偏光角がほぼ90°または270°のときに回折光4の光強度がピークを示すことから、このとき、回折光4はほぼs偏光であることがわかる。

【0080】これに対して、信号光1をp偏光、参照光2をs偏光、読出光3をs偏光としたときには、図5(B)に対応する図7に示したように、回折光4はp偏光であった。図7と図9を比較すると明かなように、参照光2の偏光角を回転させてホログラムを記録すると、参照光2の偏光角の回転に応じて回折光4の偏光角が回転することがわかる。

【0081】したがって、参照光の偏光角を回転させてホログラムを記録することによって、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルからなる光記録媒体の同一領域に、強度分布または位相分布によりデータ情報を保持する複数のホログラムを多重に記録することができる。参照光の偏光角で多重化されたホログラムの読み出しは、回折光の偏光方向から所望のホログラムからの回折光を分離することによって可能となる。

【0082】さらに、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルからなる光記録媒体の書き換え特性を、図10に示すホログラム記録再生用の光学系によって測定した。

【0083】光源81として、図4に示した縮退四光波

(10)

17

混合の光学系の光源91と同じアルゴンイオンレーザを用いた。このアルゴンイオンレーザ81からの波長515nmのレーザ光の偏光は、紙面に垂直なs偏光であり、そのレーザ光の一部を、ビームスプリッタ82、シャッタ83、および1/2波長板84を透過させて、信号光1を得る。信号光1の偏光方向は、1/2波長板84によって任意に変えることができる。

【0084】その信号光1を、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルからなる、試料となる光記録媒体10に照射すると同時に、ビームスプリッタ82で反

射したレーザ光を、ミラー85および86で反射させて、s偏光の参照光2として光記録媒体10に照射して、光記録媒体10中にホログラムを記録する。

【0085】読み出し時には、シャッタ83を閉じて、ビームスプリッタ82で反射したレーザ光を、ミラー85および86で反射させて、s偏光の読出光3として光記録媒体10に照射し、これにより光記録媒体10から読み出された回折光4を、検光子87を透過させて取り出す。回折光4の偏光方向は、検光子87を回転させる

ことによって調べることができる。

【0086】まず、信号光1および参照光2の光強度を $1\text{ W/cm}^2$ とし、ビーム径を約2mmとして、約2秒間、ホログラムを記録し、その後、読出光3の光強度を $0.1\text{ W/cm}^2$ として、ホログラムを読み出し、以後、同じ記録および読み出しを繰り返した。読出光3を長い時間照射すると、記録されたホログラムを壊す恐れがあるので、1回の読み出し時の読出光3の照射時間は0.5秒とした。

【0087】図11は、このとき読み出された回折光4の偏光分布を調べた結果を示し、縦軸は、検光子87の偏光回転角で、 $0^\circ$ および $180^\circ$ がs偏光を示し、縦軸は、検光子87の透過光強度である。上述したように、信号光1、参照光2および読出光3はs偏光である。

【0088】これから、検光子87の偏光回転角が $0^\circ$ または $170^\circ$ のときに検光子87の透過光強度が大きくなることがわかる。したがって、信号光1としてs偏光を記録した場合には、読み出されたホログラム回折光4もs偏光となることがわかる。

【0089】次に、このs偏光のホログラムが記録された領域に、そのs偏光のホログラムを消去することなく、p偏光のホログラムを上書きしてみた。すなわち、図10の光学系において、1/2波長板84を回転させて、信号光1をp偏光とし、参照光2はs偏光のままとし、信号光1および参照光2の光強度およびビーム径を前と同じにして、約4秒間、ホログラムを記録し、その後、読出光3の光強度を前と同じにして、ホログラムを読み出した。

【0090】図12は、このとき読み出された回折光4の偏光分布を調べた結果を示し、縦軸は、検光子87の

特開平10-340479

18

偏光回転角で、 $90^\circ$ がp偏光を示し、縦軸は、検光子87の透過光強度である。

【0091】これから、検光子87の偏光回転角が $80^\circ$ のときに検光子87の透過光強度が大きくなることがわかる。したがって、s偏光のホログラムが記録された領域に、そのs偏光のホログラムを消去することなく、p偏光のホログラムを記録した場合、その領域から読み出されたホログラム回折光はp偏光となることがわかる。

【0092】図示していないが、逆に、p偏光のホログラムが記録された領域に、そのp偏光のホログラムを消去することなく、s偏光のホログラムを記録した場合、その領域から読み出されたホログラム回折光はs偏光となることが確認された。

【0093】以上の結果から、あらかじめs偏光またはp偏光のホログラムが記録されている領域に、そのホログラムを消去することなく、s偏光またはp偏光のホログラムを記録できることがわかる。さらに、再度、ホログラムを上書きすることも、問題なく可能である。したがって、消去プロセスを要することなくデータを高速に書き換えることができる。

【0094】以上のように、信号光の偏光をホログラムとして記録し、読み出すことができること、および消去プロセスを要することなくデータを書き換えることができることは、一面側にのみ、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルの層（膜）を形成した光記録媒体についても、同様である。また、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルに限らず、アゾベンゼンのような光異性化する基を側鎖に有する高分子または高分子液晶、またはアゾベンゼンのような光異性化する分子を分散させた高分子を、少なくとも一面側に設けた光記録媒体についても、同様である。

【0095】〔光記録方法および光記録装置の一実施形態〕図13および図14は、この発明の光記録方法および光記録装置の一例を示す。光記録媒体10は、この発明の偏光応答型のもので、かつディスク形状としたものである。

【0096】光記録ヘッド20の光源21は、偏光応答型の光記録媒体10に感度のあるコヒーレント光を発するものであればよく、光記録媒体10が側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルからなる場合には、シアノアゾベンゼンが光異性化する波長に属する、上述した波長515nmのレーザ光を発するアルゴンイオンレーザを用いることができる。この光源21からのレーザ光5を、一方で、ビームスプリッタ25を透過させ、レンズ22、23によって平行光として、入射光6として空間光変調器30に入射させる。

【0097】空間光変調器30は、偏光変調が可能なものとする。このような空間光変調器30としては、電圧アドレス型の液晶パネルや電気光学結晶にマトリクス電



(11)

特開平10-340479

19

20

極を付けたものなどを用いることができるが、図28に示して上述したLCD構成の空間光変調器とは異なり、偏光子を設けない。

【0098】図15は、この偏光変調可能な空間光変調器30の一例を示し、透明基板34、35の一面に透明電極32、33を形成し、透明電極32、33間に液晶などの電気光学変換材料31を挟んだ光バルブ構成のもので、2次元的に複数の画素を形成して、それぞれの画素を1/2波長板として機能させ、それぞれの画素に2次元データの対応するビットの情報を電圧印加の有無として与えることによって、それぞれの画素に入射する光の偏光を変調する。

【0099】図16に示すように、平行光とした入射光6は、s偏光として空間光変調器30に入射させる。そして、空間光変調器30の電圧が印加されない画素37aは、1/2波長板の軸が入射光6の偏光方向と平行となり、したがって画素37aを透過した信号光1aはs偏光となる。これに対して、空間光変調器30の電圧が印加された画素37bは、1/2波長板の軸が45°回転して、入射光6の偏光方向を90°回転させ、したがって画素37bを透過した信号光1bはp偏光となる。したがって、空間光変調器30を通過した信号光1は、空間光変調器30に与えられた2次元データに対応した空間偏光分布を有するものとなる。

【0100】図13および図14に示すように、この空間光変調器30を通過した信号光1を、フーリエ変換レンズ24によってフーリエ変換面P1にフーリエ変換して、光記録媒体10に照射する。同時に、光源21からのレーザ光5を、他方で、ビームスプリッタ25で反射させ、ミラー26および27で反射させて、s偏光の参照光2を得て、その参照光2を、光記録媒体10の信号光1が照射される領域に照射する。これによって、2次元データに対応した信号光1の偏光分布を、偏光ホログラムとして光記録媒体10に記録することができる。

【0101】モータ29により光記録媒体10を回転させることによって、光記録媒体10の周方向に場所を変えて複数の偏光ホログラムを記録することができる。このとき、参照光2として球面波を用いることによって、シフト多重記録を行うことができる。さらに、光記録ヘッド20を光記録媒体10の径方向に移動させることによって、図14に示すように、光記録媒体10中に同心円状の記録トラックを形成するように偏光ホログラムを記録することができる。

【0102】上述した光記録方法および光記録装置によれば、空間光変調器30は偏光板を持たないので、空間光変調器30での光損失がなく、しかも信号光1は空間偏光分布によりデータ情報を保持するので、信号光1の光強度分布は一定となる。したがって、空間光変調器30での光強度低下や信号光1の光強度の揺らぎによる信号光1のS/Nの劣化を防止することができ、データを高

密度かつ高速に記録することができる。しかも、特殊なコーディング方法を必要としない。

【0103】さらに、上述した光記録方法および光記録装置によれば、空間光変調器30を通過した信号光1は、空間光変調器30に与えられた2次元データに応じた空間偏光分布を有するものとなって、光記録媒体10の記録領域には必ずs偏光とp偏光のいずれかが照射され、光強度ホログラムを記録する場合のように、2次元データの内容に応じて光が照射されない部分を生じることがないとともに、上述したように前の偏光方向を消去することなく、新たな偏光方向を上書きすることができる。

【0104】したがって、上述した光記録方法および光記録装置によれば、消去プロセスを要することなく高速に、かつ確実に、データを書き換えることができる。

【0105】〔光読取方法および光読取装置の実施形態〕図17は、この発明の光読取方法および光読取装置の一例を示す。光記録媒体10は、偏光感応型の、かつディスク形状のものであるとともに、図13～図16に示した方法ないし装置によって、図16に示したように、空間偏光分布により2次元データを保持する信号光1がホログラムとして記録されたものである。

【0106】光読取ヘッド40の光源を含む読出光光学系41から、読出光3として記録時の参照光の位相共役光を得て、その読出光3を光記録媒体10のホログラムが記録された領域に照射する。これによって、ホログラムからの回折光4として、図18に示すように、記録時の信号光の偏光方向が保存された位相共役光が得られる。

【0107】ただし、この場合、光強度ホログラムと偏光ホログラムの回折効率が等しくないときには、s偏光とp偏光の回折効率が異なるため、読み出された回折光4の偏光方向は信号光1の偏光方向と異なるようになる。しかし、この場合、回折光4の光路中に偏光子または波長板を配置することによって、回折光4として信号光1と同じ偏光方向のものを得ることができる。

【0108】この回折光4を、レンズ42によって平行光にして偏光ビームスプリッタ43に入射させて、s偏光成分7Sとp偏光成分7Pに分離し、そのs偏光成分7Sを光検出器アレイ44Sによって検出し、またはp偏光成分7Pを光検出器アレイ44Pによって検出する。光検出器アレイ44S、44Pとしては、CCDやフォトディテクタアレイなどを用いることができる。

【0109】図18に示すように、s偏光成分7Sとp偏光成分7Pはネガ像とポジ像の関係となり、その一方を一方の光検出器アレイによって検出することによって、回折光4の空間偏光分布により保持された2次元データ、すなわち光記録媒体10に記録された2次元データを読み取ることができる。

【0110】モータ49により光記録媒体10を回転さ

(12)

特開平10-340479

21

せることによって、光記録媒体10の周方向に場所を変えて記録されている複数のホログラムを読み出すことができる。また、光読取ヘッド40を光記録媒体10の径方向に移動させることによって、光記録媒体10中に同心円状に形成されている記録トラックからホログラムを読み出すことができる。

【0111】上述した光読取方法および光読取装置によれば、光記録媒体10から、これに記録されているデータを高速かつ高精度に読み出すことができる。また、信号光の位相共役光であるホログラム回折光4は、光路上のレンズ42の収差などを自動的にキャンセルし、かつレンズ42の焦点距離位置に自動的に結像されるので、アライメントの制約もない。

【0112】〔光記録方法ないし装置および光読取方法ないし装置の他の実施形態〕図19は、この発明の光記録方法ないし光記録装置、およびこの発明の光読取方法ないし光読取装置の他の例を示す。

【0113】光記録方法ないし光記録装置としては、図13～図16に示した方法ないし装置と同じである。ただし、この例では、ビームスプリッタ25を透過したレーザ光の光路上に、シャッタ28を設け、記録時、そのシャッタ28を開けて、平行光とされた入射光6を得、空間偏光分布を有する信号光1を得る。

【0114】この例においても、上述したように消去プロセスを要することなくデータを高速に書き換えることができる。

【0115】光読取方法ないし光読取装置としては、この例では、読出光3として、記録時の参照光2の位相共役光ではなく、記録時の参照光2と全く同じ光を用いる。

【0116】すなわち、この例では、読み出し時には、シャッタ28を閉じて、ビームスプリッタ25で反射したレーザ光を、ミラー26および27で反射させて、s偏光の読出光3として、光記録媒体10のホログラムが記録された領域に照射する。これによって、ホログラムからの回折光4として、図18に示したように、記録時の信号光の偏光方向が保存された光が得られる。この回折光4を、レンズ42によって平行光にして、光検出器アレイ44によって検出する。

【0117】ただし、図19では省略したが、レンズ42と光検出器アレイ44との間に、図17に示したように偏光ビームスプリッタを配し、または波長板を配して、回折光4中のs偏光成分とp偏光成分を分離して検出し、またはs偏光成分とp偏光成分のいずれかを検出する。

【0118】この例においても、光記録媒体10から、これに記録されているデータを高速かつ高精度に読み出すことができる。

【0119】〔S/Nを向上させる光読取方法および光読取装置〕図17（または図19）に示した光読取方法

22

ないし光読取装置において、偏光ビームスプリッタ43によって分離され、光検出器アレイ44Sおよび44Pによって検出される、s偏光成分7Sおよびp偏光成分7Pの光強度を、比較演算することによって、回折光4の揺らぎ、外光の影響、光記録媒体10や光学系の不完全さ、などに起因するノイズをキャンセルして、より高いS/Nの読み取り出力を得ることができる。

【0120】図20は、その比較演算方法を示し、減算回路45において、対応する画素（ビット）ごとに光検出器アレイ44Pの検出出力から光検出器アレイ44Sの検出出力を減算する。

【0121】i番目の画素の回折光をp偏光とし、その信号成分を $I_{pi}$ 、ノイズ成分を $N_i$ とすると、i番目の画素については、光検出器アレイ44Pの出力は、信号成分 $I_{pi}$ とノイズ成分 $N_i$ の和 $(I_{pi} + N_i)$ となり、光検出器アレイ44Sの出力は、ノイズ成分 $N_i$ のみとなり、減算回路45の出力は、ノイズ成分 $N_i$ がキャンセルされて信号成分 $I_{pi}$ のみとなる。

【0122】j番目の画素の回折光をs偏光とし、その信号成分を $I_{sj}$ 、ノイズ成分を $N_j$ とすると、j番目の画素については、光検出器アレイ44Pの出力は、ノイズ成分 $N_j$ のみとなり、光検出器アレイ44Sの出力は、信号成分 $I_{sj}$ とノイズ成分 $N_j$ の和 $(I_{sj} + N_j)$ となり、減算回路45の出力は、ノイズ成分 $N_j$ がキャンセルされて信号成分 $I_{sj}$ のみとなる。

【0123】2値のデジタルデータを読み取る場合には、例えば、減算回路45の出力値が正のときには「1」、負のときには「0」と、判定すればよい。

【0124】このように、上述した光読取方法および光読取装置によれば、画素ごとにノイズをキャンセルすることができるとともに、回折光4の光強度によらずに常に、0（ゼロ）の出力値を閾値として、出力値が正か負かでデータ値を判別することができる。

【0125】〔信号光の偏光方向を変えた多重記録〕上述したように、この発明の偏光感応型の光記録媒体は、偏光ホログラムに多重させて、信号光の偏光方向を変えて、強度分布または位相分布によりデータ情報を保持するホログラムを、光記録媒体の同一領域に記録することができる。

【0126】以下、この場合の光記録方法および光読取方法の一例を示す。記録時、まず、図21(A)に示すように、信号光1と参照光2をともにs偏光として、偏光感応型の光記録媒体10の領域15にホログラムを記録する。このときのホログラムは、図3(A)において上述したように光強度分布によるホログラムである。

【0127】次に、図21(B)に示すように、参照光2はs偏光のまま信号光1をp偏光として、光記録媒体10の領域15にホログラムを記録する。このときのホログラムは、図3(B)において上述したように偏光分布によるホログラムである。ただし、光強度ホログラ

(13)

23

ムと偏光ホログラムは、いずれを先に記録してもよい。  
 【0128】読み出し時には、図21(C)に示すように、光記録媒体10の上記のように光強度ホログラムと偏光ホログラムが多重に記録された領域15に、記録時の参照光2の位相共役光である読出光3を照射する。これによって、領域15からの回折光4として、s偏光の信号光による光強度ホログラムによるs偏光成分と、p偏光の信号光による偏光ホログラムによるp偏光成分とを有するものが得られる。

【0129】その回折光4を、図17および図18に示すように、偏光ビームスプリッタ43によってs偏光成分7Sとp偏光成分7Pに分離し、そのs偏光成分7Sを光検出器アレイ44Sによって検出し、かつp偏光成分7Pを光検出器アレイ44Pによって検出することによって、光強度ホログラムと偏光ホログラムとを、すなわちs偏光の信号光のデータとp偏光の信号光のデータとを、分離して取り出すことができる。

【0130】このように、上述した方法によれば、光記録媒体10の同一領域に複数のホログラムを多重に記録し、同一領域から複数のホログラムを分離して読み出すことができるので、より高密度の記録が可能となる。

【0131】〔信号光の偏光角を回転させたデータ記録〕偏光ホログラムは、その回折光として信号光の偏光方向が保存された光を発生させるので、信号光の偏光角を回転させることによって、偏光角の違いによる情報の記録が可能となる。しかも、同時に、信号光の光強度を変えることによって、光強度の違いによる情報の記録も可能であるので、高密度記録を実現することができる。

【0132】例えば、図22に示すように、s偏光方向からp偏光方向までの、s偏光方向(0°)およびp偏光方向(90°)を含む90°の範囲内で、信号光の偏光角として、ベクトルD1~D6で示すような6つの偏光角を設定する。このような6つの偏光角は、符号化して6つのビットを表すことができ、底6に対する数、または6乗に対する2進形式の符号化された数になることができる。ベクトルD1~D6の長さは、それぞれの偏光角での信号光の光強度を示し、これも複数段階に設定し、符号化することによって、複数のビットを表すことができる。

【0133】このように偏光角を回転させた信号光は、図13~図15の空間光変調器30によって得ることができる。また、s偏光の空間強度分布とp偏光の空間強度分布をビームスプリッタで台波させて得ることもできる。

【0134】読み出し時には、図17および図18に示すように、ホログラムからの回折光4を、偏光ビームスプリッタ43によってs偏光成分7Sとp偏光成分7Pに分離し、そのs偏光成分7Sを光検出器アレイ44Sによって検出し、かつp偏光成分7Pを光検出器アレイ44Pによって検出する。さらに、図23に示すよう

特開平10-340479

24

に、光検出器アレイ44Sおよび44Pの検出出力を、除算回路46、平方根算出回路47およびアークタンジェント算出回路48からなる比較演算部に供給して、対応する画素(ビット)ごとに比較演算する。

【0135】ある画素の回折光の光強度をIとし、偏光角(s偏光方向を0°とする)をθとすると、s偏光成分の強度Isおよびp偏光成分の強度Ipは、それぞれ、

$$I_s = I \cos^2 \theta \quad \cdots (1)$$

$$I_p = I \sin^2 \theta \quad \cdots (2)$$

で与えられる。

【0136】したがって、除算回路46でp偏光強度Ipをs偏光強度Isで除算することによって、除算回路46からtan<sup>2</sup>θが求められ、平方根算出回路47からtanθが求められ、アークタンジェント算出回路48から偏光角θが求められる。したがって、信号光の偏光角の違いによる情報を読み取ることができる。

【0137】〔光検索方法および光検索装置の実施形態〕図24は、この発明の光検索方法および光検索装置の実施形態を示す。光記録媒体10は、偏光感応型の、かつディスク形状のものであるとともに、図13~図16または図19に示した方法ないし装置によって、図16に示したように、空間偏光分布により2次元の検索データを保持する信号光1がホログラムとして記録されたものである。

【0138】光検索ヘッド(光読取ヘッド)60には、図13~図15または図19に示したような空間光変調器30を設け、図25に示すように、これに2次元の検索用データを書き込む。すなわち、空間光変調器30のそれぞれの画素に検索用データの対応するビットの情報を電圧印加の有無として与えて、それぞれ1/2波長波として機能する。それぞれの画素を、これに入射する光の偏光を検索用データの対応するビットの情報に応じて変調する状態とする。

【0139】そして、図17に示した光読取方法ないし光読取装置と同様に、光検索ヘッド60の光源を含む読出光光学系61から、読出光3として記録時の参照光の位相共役光を得て、その読出光3を光記録媒体10のホログラムが記録された領域に照射し、ホログラムからの回折光4として、図25に示すように、記録時の信号光の偏光方向が保存された位相共役光を得る。

【0140】この回折光4を、レンズ62によって平行光にして空間光変調器30上に結像させ、さらに空間光変調器30を通過した回折光を、結像光学系を構成するレンズ63および64によって偏光ビームスプリッタ43に入射させて、s偏光成分7Sとp偏光成分7Pに分離し、そのs偏光成分7Sを光検出器アレイ44Sによって検出し、またはp偏光成分7Pを光検出器アレイ44Pによって検出する。

【0141】この場合、モータ69により光記録媒体1

(14)

特開平10-340479

25

26

0を回転させることによって、光記録媒体10の周方向に場所を変えて記録されている複数のホログラムを読み出すとともに、光検索ヘッド60を光記録媒体10の径方向に移動させることによって、光記録媒体10中に同心円状に形成されている記録トラックからホログラムを読み出す。

【0142】検索データの偏光情報を有するホログラム回折光4は、記録時の信号光の偏光方向が保存された位相共役光であるので、検索データと被検索データが完全に一致する場合には、ある波面が位相歪み媒体を2度通過することによって波面の歪みがキャンセルされるという位相共役光の位相補正作用により、空間光変調器30を通過した回折光は、全ての画素においてs偏光となる。したがって、偏光ビームスプリッタ43で分離されたs偏光成分7Sは全ての画素で「明」となり、p偏光成分7Pは全ての画素で「暗」となる。

【0143】これに対して、検索データと被検索データが一致しない場合には、位相共役光の位相補正作用を生じないので、空間光変調器30を通過した回折光は、検索データと被検索データが一致しない画素においてp偏光となる。

【0144】したがって、光検出器アレイ44Sまたは44Pの検出出力から、s偏光成分7Sまたはp偏光成分7Pの全強度をモニタすることによって、検索データと被検索データが完全に一致するか否か、ないし検索データと被検索データとの間の相関度を、検出することができる。この場合、s偏光成分7Sおよびp偏光成分7Pの全強度を比較演算することにより、ノイズがキャンセルされて、より高精度に一致・不一致ないし相関度を検出することができる。

【0145】検索データと被検索データが一致せず、図25に示すように、例えば、検索データの{m, n}番地がs偏光（空間光変調器30の{m, n}番地30cの1/2波長板の軸が0°の回転）で、被検索データの{m, n}番地がp偏光であるときには、{m, n}番地の回折光4cは、空間光変調器30の{m, n}番地30cを通過することによって、p偏光となる。

【0146】また、検索データの{k, l}番地がp偏光（空間光変調器30の{k, l}番地30dの1/2波長板の軸が45°の回転）で、被検索データの{k, l}番地がs偏光であるときには、{k, l}番地の回折光4dは、空間光変調器30の{k, l}番地30dを通過することによって、p偏光となる。

【0147】すなわち、空間光変調器30を通過した回折光は、検索データと被検索データが一致する番地ではs偏光となり、一致しない番地ではp偏光となる。したがって、偏光ビームスプリッタ43で分離されたs偏光成分73Sは、検索データと被検索データが一致しない番地で「暗」となり、逆にp偏光成分73Pは、検

索データと被検索データが一致しない番地で「明」となる。

【0148】したがって、光検出器アレイ44Sまたは44Pの検出出力から、s偏光成分7Sまたはp偏光成分7Pの番地ごとの明暗を検出することによって、検索データと被検索データとの間の番地（ビット）ごとの一致・不一致を検出することができる。また、図17に示した光読取方法ないし光読取装置と同様に、図20に示すように、s偏光成分7Sおよびp偏光成分7Pの光強度を比較演算することにより、ノイズがキャンセルされて、より高精度に番地ごとの一致・不一致を検出することができる。

【0149】この光検索方法および光検索装置によれば、光検索ヘッド60の空間光変調器30に検索データを書き込んだ状態で、光検索ヘッド60を光記録媒体10の同心円状に形成されている記録トラック上に移動させるとともに、モータ69により光記録媒体10を回転させることによって、大量のデータが記録されている光記録媒体10から、検索データに一致する2次元データのみを、高速かつ高精度で取り出すことができる。しかも、照会部分とする検索データは任意かつ容易に設定できるので、任意のデータを容易に検索することができる。

【0150】

【発明の効果】上述したように、請求項1の発明の光記録媒体によれば、高密度かつ高速の記録、消去プロセスを要しない高速の書き換え、高速かつ高精度の読み出しおよび検索に資する。

【0151】請求項7、8または13の発明の光記録方法または光記録装置によれば、データを高密度かつ高速に記録することができ、データ書き換え時には消去プロセスを要することなくデータを高速に書き換えることができるとともに、読み出しおよび検索の際のS/Nが高くなり、特殊または複雑なコーディング方法も必要としない。

【0152】請求項22または31の発明の光読取方法または光読取装置によれば、光記録媒体から、これに記録されているデータを高速かつ高精度に読み出すことができる。

【0153】請求項38または41の発明の光検索方法または光検索装置によれば、大量のデータが記録されている光記録媒体から必要とする任意のデータを容易かつ高速・高精度に検索することができる。

【0154】したがって、この発明の光記録媒体、光記録方法、光記録装置、光読取方法、光読取装置、光検索方法、光検索装置は、コンピュータ・ファイリングシステムなどに好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の光記録媒体の断面構造を示す図である。

(15)

特開平10-340479

27

28

【図2】アゾベンゼンのトランス構造、シス構造、および側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルの化学構造の、化学式を示す図である。

【図3】光強度分布によるホログラムと偏光分布によるホログラムの説明に供する図である。

【図4】実験に用いた光学系を示す図である。

【図5】信号光と参照光の偏光方向が平行、直交、 $45^\circ$ のときのホログラム記録時間に対する回折光強度を示す図である。

【図6】信号光と参照光の偏光方向が平行のときのホログラム回折光の偏光角と光強度の関係を示す図である。

【図7】信号光と参照光の偏光方向が直交するときのホログラム回折光の偏光角と光強度の関係を示す図である。

【図8】信号光と参照光の偏光方向が $45^\circ$ のときのホログラム回折光の偏光角と光強度の関係を示す図である。

【図9】参照光の偏光角の違いによるホログラム多重記録の説明に供する図である。

【図10】実験に用いた光学系を示す図である。

【図11】書き換えの場合の前に記録したホログラムからの回折光の偏光角と光強度の関係を示す図である。

【図12】書き換えの場合の後に記録したホログラムからの回折光の偏光角と光強度の関係を示す図である。

【図13】この発明の光記録方法および光記録装置の一例を示す図である。

【図14】図13の方法および装置によって記録トラックが形成される様子を示す図である。

【図15】図13の方法および装置に用いる偏光変調可能な空間光変調器の一例を示す図である。

【図16】図13の方法および装置による信号光の偏光分布を示す図である。

【図17】この発明の光読取方法および光読取装置の一\*

\*例を示す図である。

【図18】図17の方法および装置によるホログラム回折光の偏光分布を示す図である。

【図19】この発明の光記録方法ないし装置およびこの発明の光読取方法ないし装置の他の例を示す図である。

【図20】読み取り出力のS/Nを高めるための比較演算方法を示す図である。

【図21】信号光の偏光方向を変えた多重記録の説明に供する図である。

【図22】信号光の偏光角を回転させたデータ記録の説明に供する図である。

【図23】信号光の偏光角を回転させてデータを記録した場合の読取時の比較演算方法を示す図である。

【図24】この発明の光検索方法および光検索装置の一例を示す図である。

【図25】図24の方法および装置でデータが検索される様子を示す図である。

【図26】従来の検索方法を示す図である。

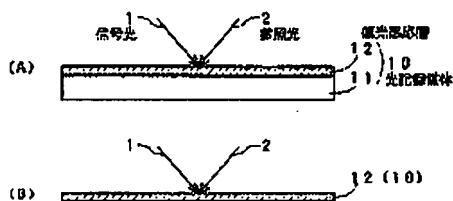
【図27】従来の記録方法および相関検出方法を示す図である。

【図28】従来の方法に用いるLCD構成の空間光変調器を示す図である。

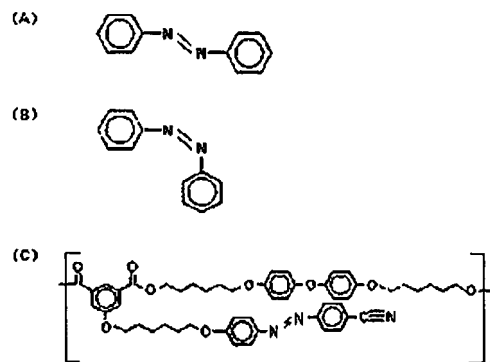
【符号の説明】

1…信号光、2…参照光、3…読出光、4…回折光、7 S…s偏光成分、7 P…p偏光成分、8…直線偏光部分、9…楕円偏光部分、10…光記録媒体、11…透明基板、12…偏光応答層、15…領域、20…光記録ヘッド、21…光源、28…シャッタ、30…空間光変調器、31…電気光学変換材料、32、33…透明電極、40…光読取ヘッド、41…読出光光学系、43…偏光ビームスプリッタ、44、44 S、44 P…光検出器アレイ、60…光検索ヘッド、61…読出光光学系。

【図1】



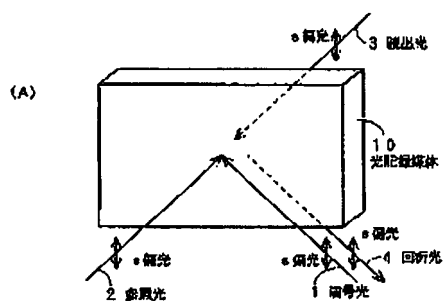
【図2】



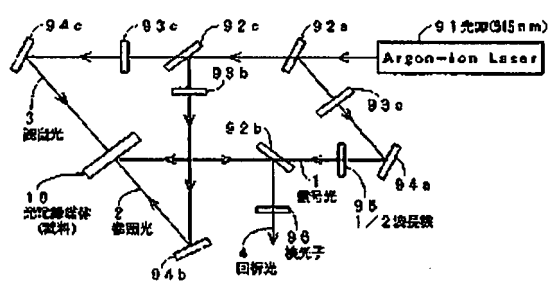
(15)

特開平10-340479

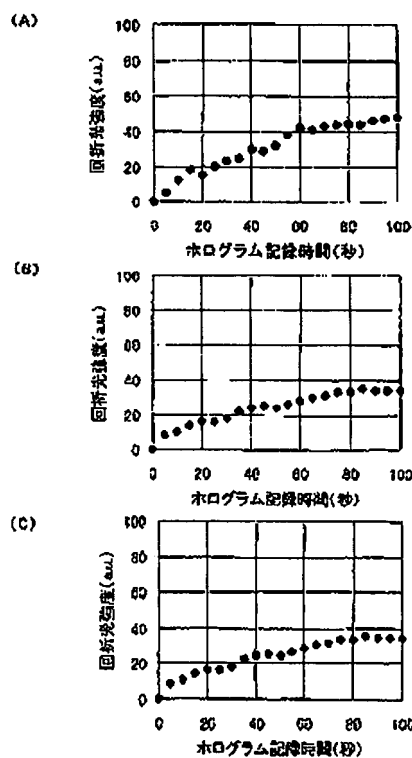
【図3】



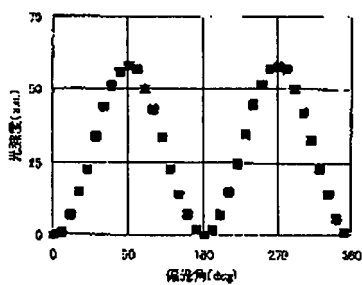
【図4】



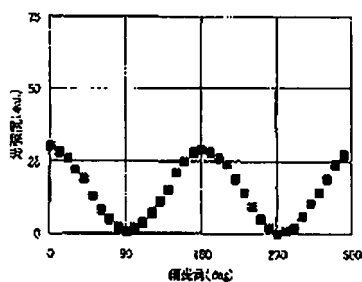
【図5】



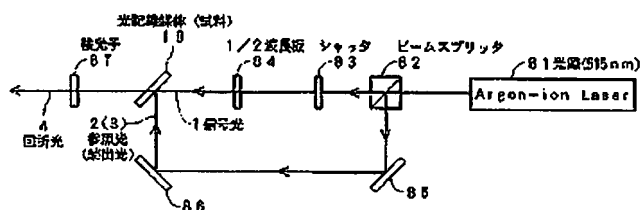
【図6】



【図7】



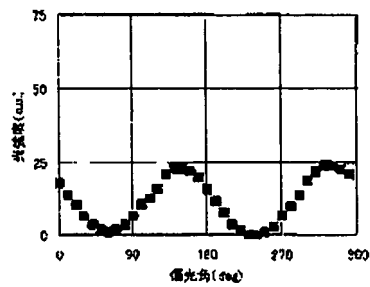
【図10】



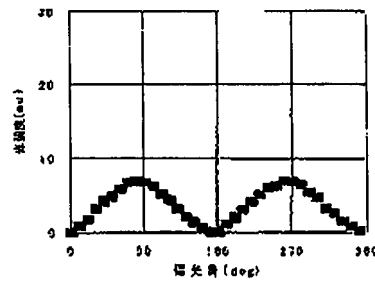
(17)

特開平10-340479

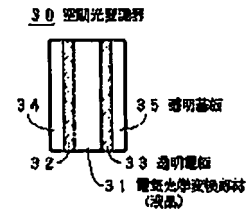
【図8】



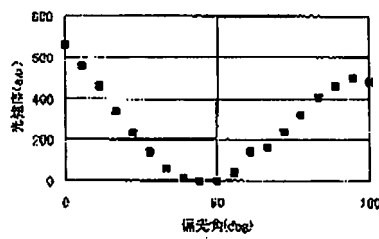
【図9】



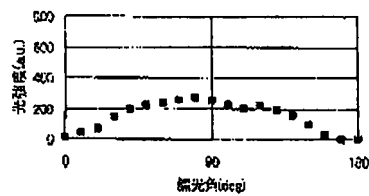
【図15】



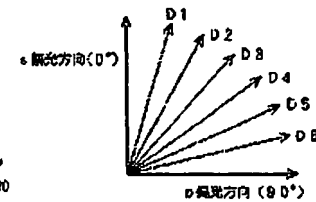
【図11】



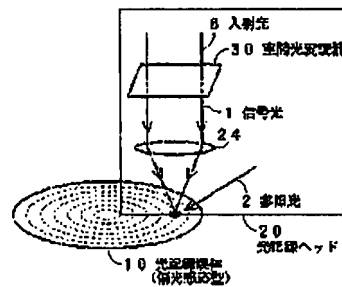
【図12】



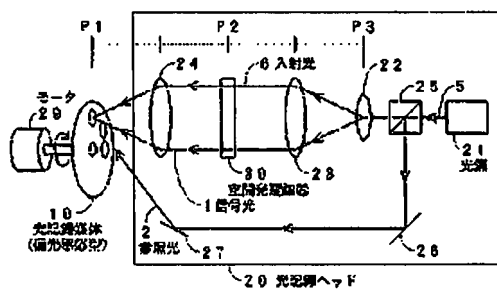
【図22】



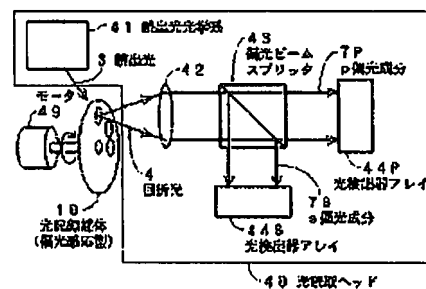
【図14】



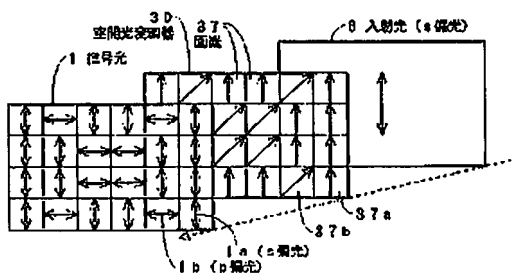
【図13】



【図17】



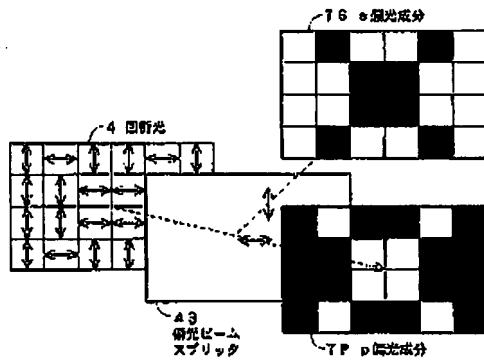
【図16】



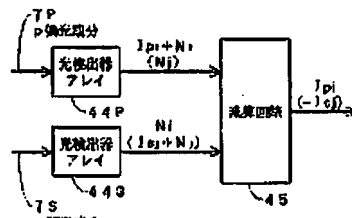
(18)

特開平10-340479

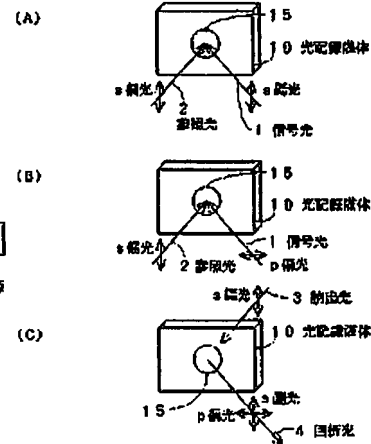
【図18】



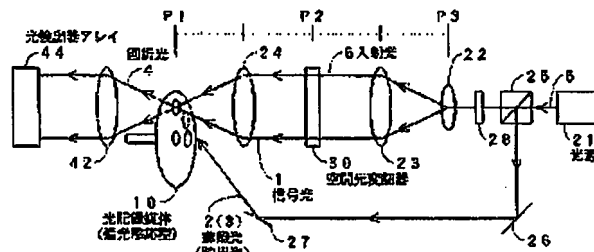
【図20】



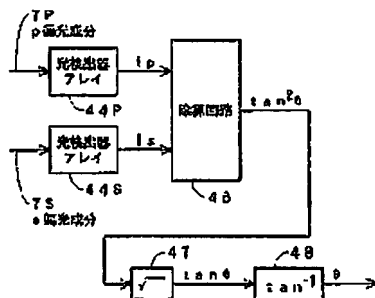
【図21】



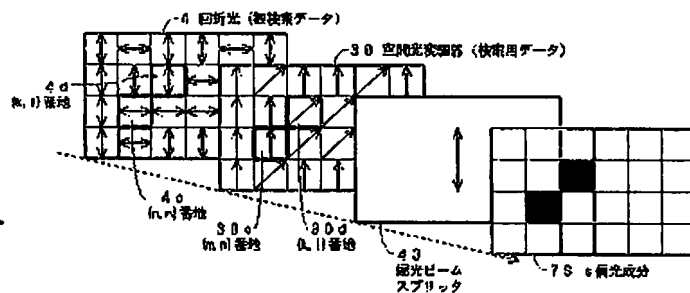
【図19】



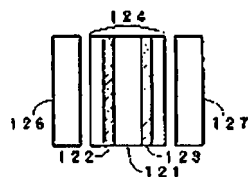
【図23】



【図25】



【図28】

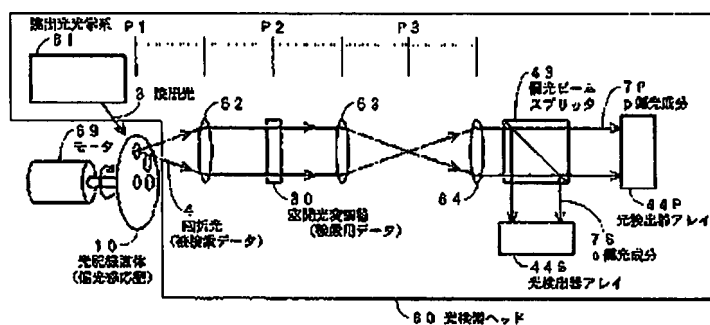




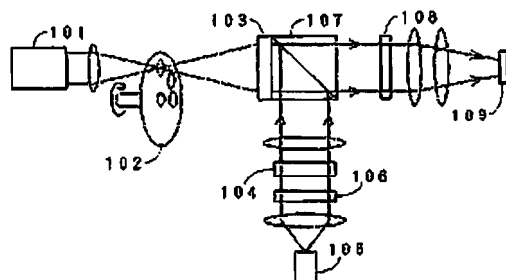
(19)

特開平10-340479

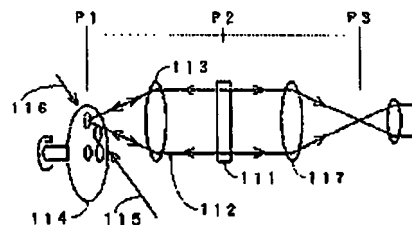
【図24】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>°</sup>

識別記号

F I

G 0 3 H 1/22

G 0 3 H 1/22

G 1 1 B 7/00

G 1 1 B 7/00

Q

7/135

7/135

A